

普通高等教育“十二五”规划教材

大学计算机

陈 博 陈佛敏 主 编
金国念 杨 荣 副主编

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是根据国家教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会“关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见”而编写的。本书分为8章,其中,第1章介绍了计算机的基础知识,是学生必须了解的基本原理和常识;第2章介绍了计算思维与算法设计,计算思维能力培养是大学通识教育的重要组成部分;第3章介绍了操作系统的基本知识及常用的操作系统;第4章介绍了计算机网络和网络安全相关的知识;第5章介绍了Office 2013系列软件中的Word 2013、Excel 2013、PowerPoint 2013的用法和操作技巧;第6章介绍了计算机常用工具软件的使用方法;第7章介绍了计算机目前研究的两项前沿技术,即云计算和人工智能;第8章介绍了信息安全与信息道德方面的知识。

本书既适合作为各类高等院校非计算机专业的计算机文化基础课程教材,又可作为各类计算机培训班和计算机一级考试参考教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机 / 陈博, 陈佛敏主编. —北京: 电子工业出版社, 2015.6

ISBN 978-7-121-26040-7

I. ①大… II. ①陈… ②陈… III. ①电子计算机—高等学校—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第097798号

策划编辑: 袁 玺

责任编辑: 郝黎明

印 刷:

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15 字数: 384千字

版 次: 2015年6月第1版

印 次: 2015年6月第1次印刷

定 价: 37.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010)88258888。

前 言

进入 21 世纪,随着计算机技术及其应用的飞速发展,对非计算机专业的学生的计算机应用能力提出了更高的要求 and 标准,学生不仅应该掌握计算机的操作使用,还要了解计算机和信息处理的基础知识、原理和方法,才能更好地应用于自己的专业学习与工作。本着先进性、实用性、科学性和简单易学的原则,按照普通高校计算机应用基础课程教学大纲和全国计算机等级考试大纲要求,以计算思维为导向,以突出“应用”和强化“能力”为目标,由多位长期从事计算机教学的教师组织编写了本书。

本书是根据国家教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会“关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见”而编写的。本书分为 8 章,其中,第 1 章介绍了计算机的基础知识,是学生必须了解的基本原理和常识;第 2 章介绍了计算思维与算法设计,计算思维能力培养是大学通识教育的重要组成部分;第 3 章介绍了操作系统的基本知识及常用的操作系统;第 4 章介绍了计算机网络和网络安全相关的知识;第 5 章介绍了 Office 2013 系列软件中的 Word 2013、Excel 2013、PowerPoint 2013 的用法和操作技巧;第 6 章介绍了计算机常用工具软件的使用方法;第 7 章介绍了计算机目前研究的两项前沿技术,即云计算和人工智能;第 8 章介绍了信息安全与信息道德方面的知识。

为了理论联系实际,配合本书编者编写了《大学计算机实训指导》,相应章节安排了适当的上机实验内容,可以方便学生有计划、有目的地进行上机实验操作,从而达到更好的教学效果。

本书的特点是理论与实践紧密结合,注重应用;叙述简明扼要,强调重点;涉及的知识点多,内容丰富;广融新技术与先进成果,知识传达具有先进性与实用性;突出计算思维的培养。

本书既适合作为各类高等院校非计算机专业的计算机文化基础课程教材,又可作为各类计算机培训班和计算机一级考试参考教材。

由于计算机技术发展速度很快,加之编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者
2015 年 5 月

目 录

第 1 章 计算机基础知识	1	2.1.2 3 个过程	50
1.1 计算机技术概论	1	2.1.3 3 个世界	53
1.1.1 计算机的发展简史	1	2.2 自动化	55
1.1.2 计算机的特点	3	2.2.1 自动化概念	55
1.1.3 计算机的性能指标	3	2.2.2 自动化的作用	55
1.1.4 计算机应用领域	4	2.2.3 自动化与信息技术	57
1.1.5 计算机的发展趋势	6	2.3 程序基础	58
1.1.6 计算机的分类	8	2.3.1 计算机世界中的数据	58
1.2 计算机中数据的表示及编码	9	2.3.2 C 语言的数据类型	58
1.2.1 数制	9	2.3.3 程序设计中变量的含义	60
1.2.2 数制之间的转换	10	2.3.4 程序的基本控制结构	62
1.2.3 计算机中数据的表示方法	12	2.4 算法基础	64
1.2.4 常用信息编码	12	2.4.1 算法定义	64
1.3 计算机硬件基础	15	2.4.2 算法性质	65
1.3.1 计算机硬件系统组成原理	15	2.4.3 算法的描述方法	65
1.3.2 常用计算机硬件设备	17	2.4.4 算法设计的原则	70
1.3.3 计算机系统工作原理	31	2.4.5 问题求解中的计算思维举例	71
1.4 计算机软件基础	32	2.5 计算思维对其他学科的影响	74
1.4.1 系统软件	32	2.5.1 计算思维对理科的影响	75
1.4.2 应用软件	35	2.5.2 计算思维对文科的影响	77
1.5 多媒体技术基础	35	2.5.3 计算思维对医科的影响	78
1.5.1 多媒体技术的基本概念	36	小结	81
1.5.2 多媒体计算机系统	41	思考题	81
1.5.3 多媒体技术的应用	42	第 3 章 操作系统与程序的运行	82
1.6 计算机病毒及其防治	42	3.1 概述	82
1.6.1 计算机病毒基本知识	42	3.2 计算机系统结构	82
1.6.2 计算机病毒的传染方式和类型	44	3.3 操作系统的功能	84
1.6.3 计算机病毒的防治	45	3.3.1 处理机管理	84
小结	46	3.3.2 资源管理器	85
思考题	46	3.4 操作系统的形成过程	86
第 2 章 计算思维	47	3.4.1 手工操作阶段	86
2.1 问题求解与计算思维	47	3.4.2 批处理系统	86
2.1.1 3 种思维	47	3.4.3 多道批处理系统	87

3.5	现代操作系统的分类	88	5.1.5	图形图片的编辑与处理	128
3.5.1	分时系统	88	5.1.6	页面设置与文档打印	137
3.5.2	实时系统	89	5.2	电子表格软件 Excel 2013	142
3.5.3	网络操作系统	90	5.2.1	Excel 2013	142
3.5.4	分布式系统	90	5.2.2	单元格编辑	144
3.6	操作系统的主要特征	91	5.2.3	工作表操作	149
3.7	常用操作系统	92	5.2.4	设置工作表格式	151
3.7.1	MS-DOS 及 Windows 系列	92	5.2.5	公式和函数的使用	154
3.7.2	UNIX 家族	93	5.2.6	数据库功能	158
3.7.3	Linux	94	5.2.7	图表	163
小结		94	5.3	演示文稿制作软件 PowerPoint 2013	165
思考题		94	5.3.1	PowerPoint 概述	165
第 4 章	计算机网络	95	5.3.2	演示文稿基本操作	169
4.1	计算机网络概述	95	5.3.3	美化演示文稿内容	171
4.1.1	计算机网络的概念	95	5.3.4	演示文稿外观设置	182
4.1.2	计算机网络形成及发展	96	5.3.5	幻灯片的动画效果	187
4.1.3	计算机网络功能	96	5.3.6	幻灯片的放映	191
4.1.4	计算机网络分类	97	5.3.7	演示文稿的输出	192
4.1.5	计算机网络的拓扑结构	98	小结		195
4.1.6	计算机网络体系结构	100	思考题		195
4.2	数据通信基础	101	第 6 章	常用工具软件	196
4.2.1	基本概念	102	6.1	360 安全卫士	196
4.2.2	通信传播介质	102	6.2	U 盘启动盘制作工具	201
4.3	Internet 的基础知识	103	6.3	EasyRecovery 数据恢复工具	203
4.3.1	常用网络术语	103	小结		205
4.3.2	Internet 的基本服务	106	思考题		205
4.4	网络安全	106	第 7 章	计算机前沿技术	206
4.4.1	网络安全的基本概念和特征	106	7.1	云计算技术	206
4.4.2	网络的脆弱性	107	7.1.1	云计算的基本概念	206
4.4.3	网络安全措施	108	7.1.2	云计算的特点以主要服务类型	206
小结		108	7.1.3	典型的云计算技术平台	208
思考题		109	7.1.4	国内云计算	208
第 5 章	Office 2013 办公软件	110	7.1.5	云计算的未来和发展方向	209
5.1	文字处理软件 Word 2013	110	7.2	人工智能	210
5.1.1	Word 2013 文档与窗口操作	110	7.2.1	人工智能的概念	210
5.1.2	文档的输入与编辑	113	7.2.2	人工智能简史	211
5.1.3	文档的排版	118			
5.1.4	表格操作	122			

7.2.3 人工智能的应用领域	213	8.2.1 网络安全问题产生的原因	220
7.2.4 人工智能的未来发展	213	8.2.2 网络安全目标	221
小结	215	8.2.3 网络安全策略	221
思考题	216	8.2.4 网络安全关键技术	223
第 8 章 信息安全与信息道德	217	8.3 网络道德与信息安全法律和法规	225
8.1 信息安全概述	217	8.3.1 网络道德	225
8.1.1 信息安全的意义和重要性	217	8.3.2 计算机犯罪	227
8.1.2 信息安全的定义与内容	218	8.3.3 网络信息安全法律与法规	227
8.1.3 信息安全的发展	218	8.3.4 网络信息安全涉法案例	229
8.1.4 信息安全学科研究的内容	219	小结	230
8.1.5 信息安全法律法规发展 及现状	219	思考题	230
8.1.6 我国信息安全的评价标准	219	主要参考文献	231
8.2 网络安全	220		

第 1 章 计算机基础知识

计算机是人类社会在 20 世纪的重大科技成果之一。计算机是一种能接收和存储信息，并按照存储在其内部的程序对输入的信息进行加工、处理，得到人们期望的结果，然后把处理结果输出的高度自动化的电子设备。自 1946 年世界上第一台电子数字计算机诞生至今，在短短的 50 多年的时间里，计算机技术得到了飞速发展。学习计算机技术首先要了解计算机的基础知识。

1.1 计算机技术概论

1.1.1 计算机的发展简史

19 世纪 50 年代，英国数学家乔治·布尔（George Boole，1815~1864 年）创立了逻辑代数，奠定了计算机的数学理论基础；1936 年英国科学家图灵（Allen Turing，1912~1954 年）首次提出了逻辑机的模型——“图灵机”，并建立了算法理论，被誉为“计算机之父”。两位科学巨匠的研究为计算机的诞生提供了重要的理论依据。如图 1-1 和图 1-2 所示。

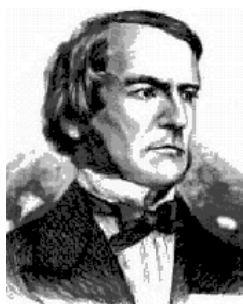


图 1-1 乔治·布尔



图 1-2 艾伦·图灵

计算机的诞生酝酿了很长一段时间。1946 年 2 月，世界上第一台电子计算机 ENIAC（Electronic Numerical Integrator And Calculator，电子数字积分计算机）在美国加利福尼亚州问世，ENIAC 用了 18800 个电子管和 86000 个其他电子元件，有两个教室那么大（占地 170m²），重达 30t，耗电 140~150kW，运算速度却只有每秒 300 次各种运算或 5000 次加法运算，耗资 100 万美元以上。尽管 ENIAC 有许多不足，但它揭开了计算机时代的序幕。第一台计算机问世以后，计算机技术飞速发展，速度之快令人震惊，在今天具有 ENIAC 功能的计算机可集成到面积只有几平方毫米的硅片上，售价不到 10 美元。

ENIAC 是世界上第一台开始设计并投入运行的电子计算机，但它还不具备现代计算机的主要原理特征——存储程序和程序控制。1946 年 6 月，美籍匈牙利科学家冯·诺依曼（John Von Neumann，1903~1957 年）在他的学术报告《电子计算机结构的基本框架初探》中首次提出

了通用存储程序的通用计算机方案，奠定了计算机结构的基本框架。以“存储程序”概念为基础的各类计算机统称为冯·诺依曼机。60多年来，虽然计算机系统从性能指标、运算速度、工作方式、应用领域等方面都发生了很大变化，但基本结构没有改变，都属于冯·诺依曼机。冯·诺依曼的画像如图 1-3 所示。ENIAC 如图 1-4 所示。



图 1-3 冯·诺依曼

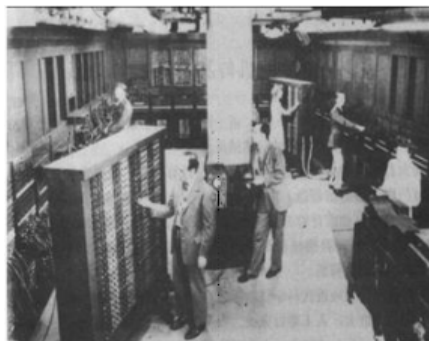


图 1-4 ENIAC

从 1946 年起到现在，计算机的发展按照所采用的电子元器件来分类，可以划分为 4 代。

1. 第 1 代（1946~1958 年）：电子管计算机时代

该时期计算机软件处于初始发展阶段，人们使用机器语言和符号语言编制程序，应用领域主要用于军事和科学研究工作。第一代计算机的特点是体积庞大、运算速度低（一般每秒几千次到几万次）、成本高、可靠性差、内存容量小。其代表机型有 ENIAC、EDVAC、IBM 650（小型机）和 IBM 709（大型机）等。

2. 第 2 代（1958~1964 年）：晶体管计算机时代

晶体管比电子管小得多，不需要暖机时间，消耗能量较少，处理更迅速、更可靠。第 2 代计算机的程序语言从机器语言发展到汇编语言。高级语言 FORTRAN 语言和 COBOL 语言也相继开发出来并被广泛使用。这时的计算机开始使用磁盘和磁带作为辅助存储器。第 2 代计算机的体积和价格都下降了，使用的人也开始增多，使计算机工业得到了迅速发展。第 2 代计算机主要用于商业、大学教学和政府机关。其代表机型有 IBM 7090、IBM 7094 和 ATLAS 等。

3. 第 3 代（1964~1970 年）：中小规模集成电路计算机时代

集成电路（Integrated Circuit）是做在晶片上的一个完整的电子电路，这个晶片可以比手指甲还小，却包含了几千个晶体管元器件。该时期计算机软件出现了操作系统和会话式语言，计算机的运行速度也提高到每秒几十万次到几百万次，可靠性和存储容量进一步提高，外部设备种类繁多，计算机和通信密切结合起来，广泛地应用到科学计算、数据处理、事务管理、工业控制等领域。第 3 代计算机的特点是体积更小、价格更低、可靠性更高、计算速度更快。其代表机型有 IBM 360、PDP-11 和富士通 F230 系列等。

4. 第 4 代（1971 年~现在）：大规模超大规模集成电路计算机时代

第 4 代计算机使用的元器件依然是集成电路，但这种集成电路已经大大改善，它包含着几十万到上百万个晶体管，人们称之为大规模集成电路（Large Scale Integrated Circuit, LSI）

和超大规模集成电路（Very Large Scale Integrated Circuit, VLSI）。1975 年，美国 IBM 公司推出了个人计算机（Personal Computer, PC），从此，人们对计算机不再陌生，计算机开始深入到人类生活的各个方面。该时期计算机的软件越来越丰富，出现了数据库系统、可扩充语言和网络软件等，计算机的运行速度可达到每秒上千万次到万亿次，计算机的存储容量和可靠性又有了很大提高，功能更加完备。应用领域已涉及国民经济的各个方面，在办公自动化、数据库管理、图像识别、语音识别、专家系统及家庭娱乐等众多领域中大显身手。其代表机型有 CRAY-1、VAX-11 和 IBM-PC 等。

1.1.2 计算机的特点

1. 运算速度快

计算机的运算速度（或称处理速度）用每秒可执行多少百万条指令（MIPS）来衡量。随着计算机器件速度的不断提高和计算机结构的改进，计算速度已从最初的每秒几千次发展到今天的每秒几十万次、几百万次，甚至几亿次、几十亿次、几百亿次。计算机这么高的数据处理速度是其他任何处理工具无法比拟的，使得过去需要几年甚至几十年才能完成的复杂运算，现在只要几天、几小时，甚至更短的时间即可完成。

2. 计算精度高

计算机中数的精度主要表现为数据表示的位数，一般称为机器字长，字长越长，精度越高。目前的微型机字长一般为 8 位、16 位、32 位、64 位。

3. 记忆能力强

计算机能把大量数据、程序存入存储器进行处理和运算，并把结果保存起来。早期的计算机存储容量小，存储往往成为限制计算机应用的“瓶颈”。今天，一台普通 P4 微机，内存容量为 1GB。

4. 具有逻辑判断能力

计算机可进行各种逻辑判断，如对两个信息进行比较，根据比较的结果，自动确定该做什么。有了这种能力，再加上存储器可存储数据和程序，就使计算机能胜任各种过程的自动控制和各种数据的处理任务。

5. 可靠性高，通用性强

随着大规模和超大规模集成电路的使用，计算机的可靠性也大大提高，计算机连续无故障运行时间可以达到几个月，甚至几年。不同的应用领域，解决问题的算法是不同的，现代计算机不仅可用来进行科学计算，还可用于数据处理、过程控制、辅助设计和辅助制造、计算机网络通信等。

1.1.3 计算机的性能指标

评价计算机的性能是一个复杂的问题，早期只有字长、运算速度和存储容量三大指标来衡量，实际使用证明，只考虑这 3 个指标是很不够的。计算机的主要技术性能指标如下。

1. 主频

主频即时钟频率,是指 CPU 工作的时钟频率,它在很大程度上决定了计算机的运算速度,主频的单位是 MHz 或 GHz。从早期的 4.77MHz、16MHz、20MHz、33MHz、66MHz、75MHz、90MHz、100MHz、133MHz、166MHz、200MHz、233MHz、266MHz 等到现在的 2.8GHz、3.0GHz、3.4GHz 等。

2. 字长

字长是指计算机的运算部件能同时处理的二进制数据的位数。字长决定了计算机的运算精度,字长越长,计算机的运算精度就越高。同时,字长也影响机器的运算速度,字长越长,计算机的运算速度越快。微型机的字长一般可分 8 位、16 位、32 位和 64 位,P4 机的字长为 64 位。

3. 内存容量

内存容量是指内存储器中能存储信息的总字节数。内存容量越大,计算机的处理速度越快。内存容量不断提高,现在的内存一般为 1GB、2GB、4GB、8GB,甚至更多。内存的速度越来越快,容量越来越大。要安装 Windows 2000 Professional 至少需要 32MB 的内存,建议使用 64MB 以上内存。

4. 存取周期

把信息代码存入存储器,称为“写”;把信息代码从存储器中取出,称为“读”。存储器进行一次“读”或“写”操作所需的时间称为存储器的访问时间(或读写时间),而连续启动两次独立的“读”或“写”操作(如连续的两次“读”操作)所需的最短时间,称为存取周期(或存储周期)。微型机的内存储器存取周期约为几十毫秒。

5. 运算速度

运算速度是一项综合性能指标。其单位是 MIPS(百万条指令/秒),影响机器运算速度的因素很多,一般主频越高,运算速度越快;字长越长,运算速度越快;内存容量越大,计算机的运算速度越快;存取周期越小,计算机的运算速度越快。此外,性能/价格比(性价比)也是一项综合性评价计算机的性能指标。

1.1.4 计算机应用领域

计算机在科学技术、国民经济、社会生活各方面都得到了深入而广泛的应用,计算机已成为未来信息社会的强大支柱。现在社会上购买的微型计算机的主要目的是用于学习、娱乐、炒股和日常办公等。计算机的应用范围,按其应用特点,可以划分为以下几个方面。

1. 科学计算

科学计算是计算机最早的应用。随着现代化科学技术和工农业的发展,人们对大自然的认识越来越深刻,伴之而来的计算越来越复杂,对计算机的要求(如精度、速度等)也越来越高。例如,精确预报天气,这个计算如果用人工来做,要花几个星期甚至几个月时间,而电子计算机仅需几分钟就可以算出精确的结果。在空间探索方面,人造地球卫星、宇宙飞船发射前需要进行大量繁琐的计算,只要计算中有一点极小的差错,就会导致发射失败。

2. 数据处理

数据处理是目前最为广泛的一个应用。当前的数据已有更广泛的含义，如图、文、声、像等多媒体数据，它们已成为计算机的处理对象。数据处理是指对数据的收集、存储、加工、分析和传送的全过程。计算机数据处理应用广泛，如财政、金融系统数据的统计和核算；图书、书刊、文献和档案资料的管理和查询；铁路、机场和港口的管理和调度等。而多媒体技术的发展，为数据处理增加了新鲜的内容，如指纹的识别、图像和声音信息的处理等都会涉及更广泛的数据形式，而这些数据处理过程不仅数据量大，还会带来大量的运算和复杂的算法。

3. 过程控制

过程控制是生产自动化的重要技术内容和手段，它是由计算机对所采集到的数据按一定方法经过计算，然后输出到指定执行机构上控制生产的过程。计算机的控制对象可以是机床、生产线和车间，甚至是整个工厂。例如，在化工厂可用来控制化工生产的某些环节或全过程；在炼铁车间可用于控制高炉生产的全过程。用于生产过程控制的系统，一般是实时系统，它要求具有对输入数据及时做出反应（响应）的能力。由于环境和控制对象以及工作任务的不同，因此控制系统对计算机的要求也会不同。一般会对计算机的可靠性、封闭性、抗干扰性等指标提出要求。

4. 计算机辅助系统

计算机辅助系统有计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机辅助测试、计算机辅助教学、计算机集成制造系统等。

（1）计算机辅助设计（Computer Aided Design, CAD）是指利用计算机来帮助设计人员进行设计工作。它的应用大致可以分为两大类：一是产品设计，二是工程设计。

（2）计算机辅助制造（Computer Aided Manufacturing, CAM）是指利用计算机进行生产设备的控制、操作和管理，它能提高产品质量、降低生产成本、缩短生产周期，并有利于改善生产人员的工作条件。

（3）计算机辅助测试（Computer Aided Testing, CAT）是指利用计算机来进行复杂而大量的测试工作。

（4）计算机辅助教学（Computer Aided Instruction, CAI）是指利用计算机帮助学生进行学习，它将教学内容加以组织，并编制好教学程序，使学生能通过人机交互自如地从提供的材料中学到所需要的知识并接受考核。

5. 电子商务

现代计算机技术为信息的传输和处理提供了强大的工具，特别是 Internet 在世界范围内的普及和扩展，改变了产品的生产过程和服务过程，商业空间拓展到全球性的规模，传统意义上的服务、商品流通、产品生产等概念和内涵已发生理念上的变化。面对全球激烈的市场竞争，企业的产品目录查询、收受订单、送货通知、网络销售、账务管理、库存管理、股票及期货的分析交易等，从多方位给企业提供了更多商机。电子商务正在将计算机技术，特别是 WWW 技术广泛应用于企业的业务流程，形成崭新的业务架构和交易模式。

按照交易对象划分，电子商务可分为企业对消费者（Business to Consumer, B2C）、企业

对企业 (Business to Business, B2B)、消费者对消费者 (Consumer to Consumer, C2C)、企业对政府 (Business to Government, B2G)、政府对消费者 (Government to Consumer, G2C)。

电子商务最典型的应用实例莫过于亚马逊网络书店 (Amazon.com)。亚马逊提供了 310 万个可方便查找的书目, 比地球上最大的书店 Barnes & Noble 还要多 15 倍, 如果按照传统书店所需的营业面积来计算, 它的规模要占几平方英里。亚马逊除了不需要耗费巨资修建大楼外, 也无需招聘大量员工, 亚马逊 1600 名员工人均创收 37.5 万美元。亚马逊网上书店销售一本书所消耗的成本仅为传统书店的 1/16。

电子商务对我们的生活方式也产生了深远的影响。网上购物可以足不出户、看遍世界, 网上的搜索功能可以方便地让顾客货比多家。同时, 消费者将能以一种十分轻松的自我服务方式来完成交易, 从而使用户对服务的满意度大幅提高。

6. 电子政务

电子政务是指政府工作、活动的电子化和网络化, 是政府机构应用现代电子信息和通信技术, 对传统政府事务进行改革, 将政府的管理和服务工作通过网络技术进行集成, 在互联网上提供优质、规范、透明、符合国际水准的管理和服务。电子政务主要包括以下 3 个方面: 电子政府、电子采购、电子征税。

电子政府: 其基本特征是内部核心政务电子化、信息公布与发布电子化、信息传递与交换电子化、公众服务电子化、监督电子化等。电子政府的实施可以转变政府部门的工作模式, 提高办公效率, 加强监督功能, 反腐倡廉, 它在实现各级政府间的信息传递, 改变政府在公众心目中的形象等方面有着不可估量的作用。

电子采购: 政府也是一个大消费者, 每年拨出专款用于购买公共用品, 并在网上公布所需产品的有关信息, 供有意投标的企业参考。投标中心评标后政府再在网上集中购买。

电子征税: 包括电子申报和电子结算两个环节。纳税人不用亲临税务机关而是利用现代通信手段将申报材料发送给税务机关, 完成纳税人与税务部门之间的电子信息交换, 实现申报无纸化。国库根据纳税人税票信息, 直接从其开户银行划拨税款。它解决了纳税人、税务、银行及国库之间的电子信息交换和资金的划转, 实现了税收无纸化。

7. 计算机通信

计算机通信是近几年迅速发展起来的一项重要的计算机应用领域。计算机网络技术的发展, 促进了计算机通信业务的开展。目前, 完善计算机网络系统和加强国际间的信息交流已成为世界各国经济发展、科技进步的战略措施之一, 因而世界各国都特别重视计算机通信的应用。

1.1.5 计算机的发展趋势

计算机技术是世界上发展最快的科学技术之一, 未来的计算机将向巨型化、微小化、网络化、智能化、多媒体化的方向发展。

1. 巨型化

巨型化是指发展高速的、大存储量和强功能的巨型计算机。巨型计算机主要应用于天文、气象、地质和核反应、航天飞机、卫星轨道计算等尖端科学技术领域, 研制巨型计算机的技

术水平是衡量一个国家科学技术和工业发展水平的重要标志。因此,工业发达国家都十分重视巨型计算机的研制。目前运算速度为每秒几百亿次到上千亿次的巨型计算机已经投入运行,并正在研制更高速度的巨型计算机。

下面简要介绍我国生产的几款重要的巨型计算机。

1) 银河-I 巨型计算机

1983 年 12 月,银河-I 巨型计算机由国防科技大学计算机研究所研制成功。这是我国当时运算速度最快、存储容量最大、功能最强的巨型计算机,标志着我国进入研制巨型机的行列。

银河-I 巨型计算机为我国国防和国民经济建设做出了重要贡献。以银河-I 为核心的银河地震数据处理系统为我国的油田勘探做出了巨大贡献。银河-I 还为我国战略武器研制、航空航天飞行器设计、数值天气预报以及各种科学研究提供了强大的计算工具,发挥了积极作用。

2) 银河-II 巨型计算机

银河-II 巨型计算机由国防科技大学计算机研究所于 1992 年 11 月研制成功。该机是我国自行研制的第一台面向大型科学/工程计算和大规模数据处理的通用十亿次并行巨型计算机系统。银河-II 主机为我国高性能向量中央处理机共享主存紧耦合系统,基本字长 64 位,峰值速度为每秒 10 亿次以上运算操作,拥有两个独立的输入/输出子系统。各项技术指标达到了 20 世纪 80 年代中后期国际先进水平。

3) 银河-III 超级计算机

1997 年 6 月,银河-III 超级计算机研制成功。中国成为世界上少数几个能研制和生产大规模并行计算机系统的国家之一。银河 III 采用分布共享存储结构,峰值性能达到每秒 130 亿次浮点运算。它具有良好的可扩展性,系统规模可从几十亿次到几千亿次平滑扩充。银河 III 在资源管理与处理机调度、并行 I/O 软件、高性能优化编译、网络软硬件设计等技术方面均达到国内领先水平,系统综合技术达到当时国际先进水平。

2. 微小化

微小化是指利用微电子技术和超大规模集成电路技术,把计算机的体积进一步缩小,价格进一步降低,计算机的微小化已成为计算机发展的重要方向。各种便携式计算机、笔记本式计算机和手掌式计算机的大量面世和使用,是计算机微小化的一个标志。

3. 网络化

计算机网络化是计算机发展的又一个趋势。从单机走向联网,是计算机应用发展的必然结果。所谓计算机网络化,是指用现代通信技术和计算机技术把分布在不同地点的计算机互连起来,组成一个规模更大、功能更强的可以互相通信的网络结构。网络化的目的是使网络中的软、硬件和数据等资源,能被网络上的用户共享。今天,计算机网络可以通过卫星将远隔千山万水的计算机接入国际互联网络,如 Internet。当前发展很快的微机局域网正在现代企事业单位管理中发挥越来越重要的作用,计算机网络是信息社会的重要技术基础。

4. 智能化

计算机智能化是指使计算机具有模拟人的感觉和思维过程的能力,即使计算机成为智能计算机。这也是目前正在研制的新一代计算机要实现的目标。智能化的研究包括模拟识别、

物形分析、自然语言的生成和理解、博弈、定理自动证明、自动程序设计、专家系统、学习系统和智能机器人等。目前，已研制出多种具有人的部分智能的“机器人”，可以代替人在一些危险的工作岗位上工作。

5. 多媒体化

多媒体技术是当前计算机领域中最引人注目的高新技术之一。多媒体计算机就是利用计算机技术、通信技术和大众传播技术，来综合处理多种媒体信息的计算机，这些信息包括文本、声音、图形、视频、图像、动画等。多媒体技术使多种信息建立了有机的联系，集成为一个系统，并具有交互性。多媒体计算机将真正改善人机界面，使计算机朝着人类接受和处理信息最自然的方向发展。

1.1.6 计算机的分类

计算机种类繁多，分类的方法也很多。例如，可以按功能分为通用机、专用机两大类。通用机一般通用性强，可配备各种系统软件和应用软件，能解决多种类型的问题。专用机的功能比较单一，只能配备特定的硬件和软件，以解决特定的问题。也可以按一次所能传输和处理的二进制位数分为 8 位机、16 位机、32 位机、64 位机等各种类型。如果按照计算机系统的功能和规模，则可以把它们分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机和单片机 6 类。

1. 巨型机

巨型机又称超级计算机，是指目前速度最快、处理能力最强的计算机。巨型机价格昂贵，性能强，主存容量大且运行速度快（每秒运算几十亿至几万亿次），不仅能够进行标量运算，还能进行矢量运算。巨型机一般用于解决其他类型计算机不能或难以解决的大型复杂问题，如核武器设计、石油勘探和天气预报等。

2. 大型机

大型机规模次于巨型机，有比较完善的指令系统和丰富的外部设备，其特点是处理能力强、通用性较好，运行速度达每秒几亿至几十亿次，主要用于计算机网络和大型计算中心。

3. 中型机

中型机规模和性能次于大型机，主要用于大银行、大公司和大型科研机构。

4. 小型机

小型机性能低于大型主机，但结构简单、价格便宜、可靠性高、使用维护费低，广泛应用于中小型公司和企业。

5. 微型机

微型机就是平常所说的微型计算机，也称 PC。PC 软件丰富、功能齐全、价格便宜，主要用于办公、联网终端和家庭。

6. 单片机

单片机是指一个集成在一块芯片上的完整计算机系统。尽管它的大部分功能集成在一块

小芯片上，但是它具有一个完整计算机所需要的大部分部件：CPU、内存、内部和外部总线系统，目前大部分具有外存。由于它是只用一片集成电路做成的计算机，因此具有体积小、结构简单、性能指标较低、价格便宜等特点。

1.2 计算机中数据的表示及编码

数据是计算机处理的对象。具有数值大小和正负特征的数据，称为数值数据；而对于像文字、图形、声音之类的并无数值大小和正负特征的信息，称为非数值数据。两者在计算机内部都是以二进制形式表示和存储的。

1.2.1 数制

在计算机科学中，不同情况下允许采用不同数制来表示数据。所谓数制，即进位计数制，是人们利用符号来计数的方法。在计算机内用二进制数码表示各种数据，但是在输入、显示或打印输出时，不能使用二进制数，因为人们不熟悉，人们习惯于用十进制计数。在计算机程序编写中，还采用八进制和十六进制，这样就存在着同一个数可用不同的数制表示及它们相互之间转换的问题。

在介绍各种数制之前，首先介绍数制中的几个名词。

(1) 数码：用不同的数字符号来表示一种数制的数值，这些数字符号称为“数码”。

(2) 基（或基数）：某数制所使用的数码个数称为“基（或基数）”。例如，十进制的数码为0、1、2、3、4、5、6、7、8、9，其基为10。

(3) 权：某数制每一位具有的值称为“权”。例如，十进制数9999可以写成： $9 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 9 \times 10^0$ ，个位数上9的权值为 10^0 ，十位数上9的权值为 10^1 ，百位数上的9的权值为 10^2 ，千位数上的9的权值为 10^3 。一般情况下，对于 N 进制数，整数部分第 i 位的位权为 N^{i-1} ，而小数部分第 j 位的位权为 N^{-j} 。

1. 十进制数

日常生活中人们都是使用十进制数（可用字母D表示）的。十进制数有如下特点。

(1) 十进制用0、1、2、3、4、5、6、7、8、9十个数码组成所有的数值。

(2) 其基数为10，最大数码为10-1（9）。

(3) 运算规则为逢十进一，借一当十。

(4) 可将十进制数按位权展开成多项式之和，例如：

$$(325.25)_{10} = 3 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

位权表示法的特点：每一项=某位上的数字×基数的若干次幂；而幂次的大小由该数字所在的数位决定。

2. 二进制数

由于计算机是通过电子元器件来表示和存储数据的，而电子元器件只有“开”和“关”两种状态，正好可以使用0和1两个数码表示电子元器件的两种状态，因此二进制（可用字母B表示）比较适合计算机进行数据处理。二进制数具有如下特点。

- (1) 二进制用 0、1 两个数码组成所有数值。
- (2) 其基数为 2，最大数码为 2-1 (1)。
- (3) 运算规则为逢二进一，借一当二。
- (4) 二进制数的权位法表示如下：

$$(1101.01)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

由于二进制数书写和阅读都很不直观，因此为了方便，人们还采用了八进制数和十六进制数。

3. 八进制

八进制（可用字母 O 表示）用 0、1、2、3、4、5、6、7 八个数码组成所有数值，其基数为 8，运算规则为逢八进一，借一当八。位权法表示如下。

$$(1312)_8 = 1 \times 8^3 + 3 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 2 \times 8^0$$

4. 十六进制

十六进制（可用字母 H 表示）用 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 十六个数码组成所有数值（在这 16 个数码中的 A、B、C、D、E、F 6 个数码分别代表十进制中的 10、11、12、13、14、15，这是国际上通用的表示法），其基数为 16，运算规则为逢十六进一，借一当十六。位权法表示如下

$$(3A4C)_{16} = 3 \times 16^3 + 10 \times 16^2 + 4 \times 16^1 + 12 \times 16^0$$

1.2.2 数制之间的转换

由于计算机只能识别二进制数据，所以任何数据都必须转换成二进制形式的数据后，才能由计算机进行处理、存储和传输。这就产生了不同进制数据之间进行转换的问题。

1. R 进制数转换成十进制数

R 进制数转换为十进制数：把一个任意 R 进制数 $A_n A_{n-1} \cdots A_1 A_0 . A_{-1} A_{-2} \cdots A_{-m}$ 转换成十进制数，可以使用“按位权展开相加”的办法得到。其十进制数值为每一位数字与其位权之积的和，例如：

$$(A_n A_{n-1} \cdots A_1 A_0 . A_{-1} A_{-2} \cdots A_{-m})_R = A_n \times R^n + A_{n-1} \times R^{n-1} + \cdots + A_1 \times R^1 + A_0 \times R^0 + A_{-1} \times R^{-1} + A_{-2} \times R^{-2} + \cdots + A_{-m} \times R^{-m}$$

$$(1111.11)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (15.75)_{10}$$

$$(3B46)_{16} = 3 \times 16^3 + 11 \times 16^2 + 4 \times 16^1 + 6 \times 16^0 = (15174)_{10}$$

2. 十进制数转换成 R 进制数

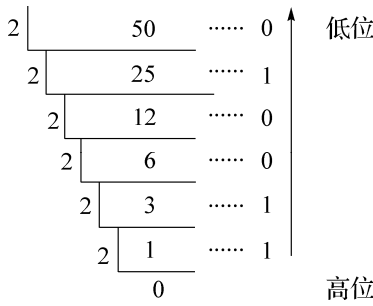
将十进制数转换为 R 进制数时，可将此数分为整数与小数两个部分分别转换，然后拼接起来即可。

整数部分转换的方法：采用除 R 取余法，即将整数部分除以 R 取余数，再将所得商再次除以 R 取余数，重复以上操作，直到商为 0，最后将所得的余数按出现的先后次序，从后到先依次排列。

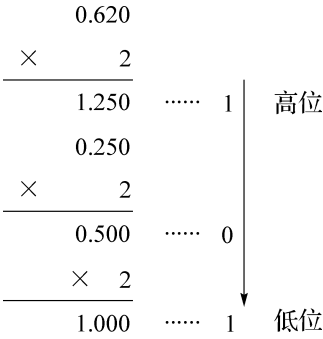
小数部分转换方法：采用乘以 R 取整法，即将小数部分乘以 R 取整数，再将余下的小数部分继续乘以 R ，继续取整数，重复以上操作直到积为 0 或达到要求的精度，将整数出现的先后次序依次排列；最后在整数部分和小数部分之间加上小数点，即为转换后的进制数。

例如，将 50.625 转换成二进制数。

(1) 整数部分：



(2) 小数部分：



所以有 $(50.625)_{10}=(110010.101)_2$ 。

3. 二进制数与八进制数之间的转换

由于二进制数和八进制数之间存在特殊关系，即 $8^1=2^3$ ，所以每位八进制数可用 3 位二进制数表达，对应关系如表 1-1 所示。

表 1-1 3 位二进制数与八进制数对照表

八进制数	0	1	2	3	4	5	6	7
二进制数	000	001	010	011	100	101	110	111

八进制数转换为二进制数时，以小数点为界，每一位八进制数按表 1-1 的对应关系写成相应的 3 位二进制数即可。例如：

$(173.25)_8=(001\ 111\ 011.010\ 101)_2$

二进制数转换为八进制数时，将二进制数从小数点开始，整数部分从右向左 3 位一组，小数部分从左向右 3 位一组（不足 3 位用 0 补足），然后按表 1-1 的对应关系将每组二进制数转换为相应的八进制数。

例如，将 $(11110111001.10001)_2$ 转换为八进制数时，按上述转换方法有

$(11110111001.10001)_2=(011\ 110\ 111\ 001.100\ 010)_2=(3671.42)_8$

4. 二进制数与十六进制数之间的转换

由于二进制数的每 4 位，刚好对应于十六进制数的一位($16^1=2^4$)，所以每位十六进制数可用 4 位二进制数表达，对应关系如表 1-2 所示。

表 1-2 4 位二进制数与十六进制数对照表

十六进制数	0	1	2	3	4	5	6	7
二进制数	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
十六进制数	8	9	A	B	C	D	E	F
二进制数	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

十六进制数转换为二进制数时，以小数点为界，每位十六进制数按表 1-2 的对应关系写成相应的 4 位二进制数即可。例如：

$$(5B9C.4F)_{16}=(0101\ 1011\ 1001\ 1100.0100\ 1111)_2$$

二进制数转换为十六进制数时，将二进制数从小数点开始，整数部分从右向左 4 位一组，小数部分从左向右 4 位一组（不足 4 位用 0 补足），然后按表 1-2 的对应关系将每组二进制数转换为相应的十六进制数。

例如， $(11100111101.1001111)_2$ 转换为十六进制数时，按上述转换方法有：

$$(11100111101.1001111)_2=(0111\ 0011\ 1101.1001\ 1110)_2=(73D.9E)_{16}$$

1.2.3 计算机中数据的表示方法

数值有大小，不同大小的数将占用不同的二进制位，还要附加一位表示数的正负特征。为了便于表示不同大小的数，引入了数据单位的概念。

1. 位

位 (bit)，简记为 b，即比特，是计算机信息表示的最小单位。一个二进制位只能表示 0 或 1，要想表示更大的数，就要把更多的位组合起来，每增加一位，所能表示的数增大一倍。

2. 字节

字节 (Byte)，简记为 B。规定 $1B=8b$ 。字节是计算机中信息存储的最小单位。微型机存储器是由一个个存储单元构成的，每个存储单元的大小就是一个字节。为了便于找到每个存储单元，计算机对每个存储单元进行了编号，这种编号称之为地址。

3. 字

计算机处理数据时，CPU 通过数据总线一次存取、加工和传送的数据称为字。一个字通常由一个字节或若干个字节组成。由于字长是计算机一次所能处理的实际位数长度，所以字长是衡量计算机性能的一个重要指标。字长越长，精度越高。不同微处理器的字长是不同的，常见的微处理器字长有 8 位、16 位、32 位和 64 位等。

1.2.4 常用信息编码

编码是采用少量的基本符号，选用一定的组合原则，以表示大量复杂多样信息的技术。计算机所能处理的信息种类繁多，但是这些信息必须转换成计算机所能认识的二进制形式。不同种类的信息在计算机中的表示方式不同，因此出现了各种编码方式。

1. 数值编码

人们习惯于使用十进制数，而计算机中的数据是用二进制表示的，当数据在计算机中输入/输出时，就要进行十进制和二进制之间的转换处理，因此，必须采用一种编码的方法，由计算机自己来承担这种识别和转换工作。

BCD (Binary Coded Decimal，二~十进制编码) 是采用若干二进制位表示一位十进制数的编码方案。BCD 码有多种编码方法，8421 码是最常用的一种，它是将十进制数码 0~9 中的每个数分别用 4 位二进制编码表示，如表 1-3 所示，而 4 位二进制各位权值由高到低分别

是 2^3 、 2^2 、 2^1 、 2^0 ，即 8、4、2、1，故称为 8421 码。这种编码方法既简单又直观。对于多位十进制数，只需将其每位数字按表 1-3 中所列对应关系用 8421 码直接列出即可。例如：

$$(2315.47)_{10}=(0010\ 0011\ 0001\ 0101.0100\ 0111)_{BCD}$$

表 1-3 十进制数与 BCD 码对照表

十进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8421 码	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

在进行数据转换时，8421 码不能直接转换成二进制数，必须先将 8421 码表示的数转换成十进制数，再将十进制数转换成二进制数。例如：

$$(1001\ 0110\ 0111.0101)_{BCD}=(967.5)_{10}=(1111000111.1)_2$$

2. 字符编码

1) ASCII 码

字符数据在计算机中是用二进制数表示的，每个字符对应一个二进制数，称为二进制编码。字符编码（Character Code）在不同的计算机上应是一致的，这样便于数据的交流与交换。在计算机系统中，有两种重要的字符编码方式：ASCII 码和 EBCDIC 码。其中，EBCDIC 码主要用于 IBM 的大型主机，ASCII 码用于微型机与小型机。下面简要介绍 ASCII 码。

目前计算机中字符编码普遍采用 ASCII 码，即美国信息交换标准代码。它由美国国家标准局制定，后被国际标准化组织采纳，作为一种国际通用的信息交换标准代码。

ASCII 码是以 7 位二进制编码的，它可以表示 2^7 （即 128）个字符数据，包括控制字符 34 个，阿拉伯数字 10 个，大小写英文字母 52 个，各种标点符号和运算符号 32 个。实际上一个字符在计算机中是以字节为单位进行处理的，即 8 个二进制位。所以最高位空余出来，正常情况下用 0 来表示，但在需要奇偶校验时，这一位用于存放奇偶校验的值，此时这一最高位称为校验位。ASCII 码如表 1-4 所示。

表 1-4 7 位 ASCII 代码表

ASCII 码	符号	ASCII 码	符号	ASCII 码	符号	ASCII 码	符号
0000000	NUL	0100000	空格	1000000	@	1100000	`
0000001	SOH	0100001	!	1000001	A	1100001	a
0000010	STX	0100010	“	1000010	B	1100010	b
0000011	ETX	0100011	#	1000011	C	1100011	c
0000100	EOT	0100100	\$	1000100	D	1100100	d
0000101	ENQ	0100101	%	1000101	E	1100101	e
0000110	ACK	0100110	&	1000110	F	1100110	f
0000111	DEL	0100111	‘	1000111	G	1100111	g
0001000	BS	0101000	(	1001000	H	1101000	h
0001001	HT	0101001	)	1001001	I	1101001	i
0001010	LF	0101010	*	1001010	J	1101010	j
0001011	VT	0101011	+	1001011	K	1101011	k
0001100	FF	0101100	,	1001100	L	1101100	l
0001101	CR	0101101	-	1001101	M	1101101	m
0001110	SO	0101110	.	1001110	N	1101110	n

续表

ASCII 码	符号	ASCII 码	符号	ASCII 码	符号	ASCII 码	符号
0001111	SI	0101111	/	1001111	O	1101111	o
0010000	DLE	0110000	0	1010000	P	1110000	p
0010001	DC1	0110001	1	1010001	Q	1110001	q
0010010	DC2	0110010	2	1010010	R	1110010	r
0010011	DC3	0110011	3	1010011	S	1110011	s
0010100	DC4	0110100	4	1010100	T	1110100	t
0010101	NAK	0110101	5	1010101	U	1110101	u
0010110	SYN	0110110	6	1010110	V	1110110	v
0010111	ETB	0110111	7	1010111	W	1110111	w
0011000	CAN	0111000	8	1011000	X	1111000	x
0011001	EM	0111001	9	1011001	Y	1111001	y
0011010	SUB	0111010	:	1011010	Z	1111010	z
0011011	ESC	0111011	;	1011011	[	1111011	{
0011100	FS	0111100	<	1011100	\	1111100	|
0011101	GS	0111101	=	1011101	]	1111101	}
0011110	RS	0111110	>	1011110	^	1111110	~
0011111	US	0111111	?	1011111	_	1111111	Delete

2) 汉字的编码

汉字也是字符，与西文字符比较，汉字数量大，字形复杂，同音字多，这就给汉字在计算机内部的存储、传输、交换、输入和输出等带来了一系列的问题。为了能直接使用西文标准键盘输入汉字，必须为汉字设计相应的编码，以适应计算机处理汉字的需要。在一个汉字处理系统中，输入、内部处理、输出对汉字的要求不尽相同，因此要进行一系列的汉字编码及转换，汉字信息处理中各编码及流程如图 1-5 所示。

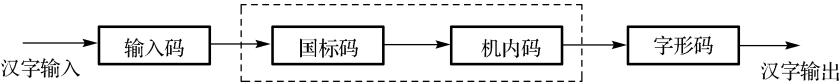


图 1-5 编码及流程

(1) 国标码。1980 年我国颁布了 GB 2312—1980《信息交换用汉字编码字符集·基本集》，它是国家规定的用于汉字信息处理使用的代码依据，这种编码称为国标码。在国标码的字符集中共收录了 6763 个常用汉字和 682 个图形符号，其中一级汉字 3755 个，以汉语拼音为序排列，二级汉字 3008 个，以偏旁部首进行排列。为了编码，将汉字和符号分成 94 个区，每个区 94 个位，由区号和位号构成区位码，将区位码各加 32 即构成了国标码。例如，“保”位于第 17 区 03 位，区位码是 1703（十六进制为 1103H），可得到国标码为 4935（十六进制为 3123H）。

(2) 机内码。汉字的机内码是计算机系统内部对汉字进行存储、处理和传输统一使用的代码。机内码是根据国标码变换而来的。一个国标码占两个字节，每个字节的最高位为“0”；而英文字符的机内代码是 7 位的 ASCII 码，最高位也为“0”。为了在计算机内部能够区分是汉字编码还是 ASCII 码，将国标码的每个字节的最高位由“0”改变为“1”，变换后的国标码就是汉字的机内码。

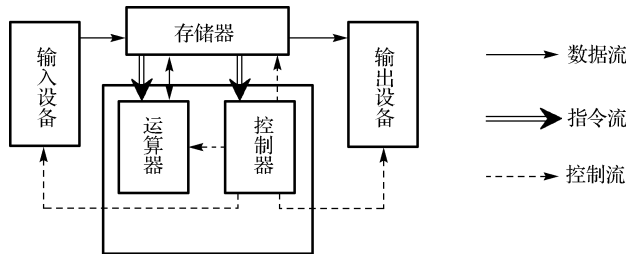


图 1-7 硬件系统五大组成部分的关系

下面分别介绍组成计算机的各个部件及功能。

1. 运算器

运算器的主要功能是进行算术运算和逻辑运算。计算机中最主要的工作是运算，大量的数据运算任务是在运算器中进行的。

运算器又称算术逻辑单元（Arithmetic and Logic Unit，ALU）。在计算机中，算术运算是指加、减、乘、除等基本运算；逻辑运算是指逻辑判断、关系比较及其他的基本逻辑运算，如与、或、非等。但不管是算术运算还是逻辑运算，都只是基本运算。也就是说，运算器只能做这些简单的运算，复杂的计算都要通过基本运算一步步实现。然而，运算器的运算速度却快得惊人，因而计算机才有高速的信息处理功能。

运算器中的数据取自内存，运算的结果又送回内存。运算器对内存的读/写操作是在控制器的控制之下进行的。

2. 控制器

控制器是计算机的神经中枢和指挥中心，只有在它的控制之下整个计算机才能有条不紊地工作，自动执行程序。控制器的功能是依次从存储器取出指令、翻译指令、分析指令、向其他部件发出控制信号，指挥计算机各部件协同工作。

控制器由程序计数器（PC）、指令寄存器（IP）、指令译码器（ID）、时序控制电路以及微操作控制电路等组成。

- （1）程序计数器用来对程序中的指令进行计数，使控制器能够依次读取指令。
- （2）指令寄存器在指令执行期间暂时保存正在执行的指令。
- （3）指令译码器用来识别指令的功能，分析指令的操作要求。
- （4）时序控制电路用来生成时序信号，以协调在指令执行周期各部件的工作。
- （5）微操作控制电路用来产生各种控制操作命令。

3. 存储器

存储器的主要功能是存放程序和数据。使用时，可以从存储器中取出信息，而不破坏原有的内容，这种操作称为存储器的读操作；也可以把信息写入存储器，原来的内容被抹掉，这种操作称为存储器的写操作。

存储器通常分为内存储器和外存储器。

1) 内存储器

内存储器简称内存（又称主存），是计算机中信息交流的中心。用户通过输入设备输入的

程序和数据最初被送入内存，控制器执行的指令和运算器处理的数据取自内存，运算的中间结果和最终结果保存在内存中，输出设备输出的信息来自内存，内存中的信息如果需要长期保存，则存储到外存储器中。总之，内存要与计算机的各个部件沟通，进行数据的交换。

一旦关机断电后，计算机内存中的信息将会全部丢失，所以需要能长时间保存大量信息的外存储器。

2) 外存储器

外存储器又称为辅助存储器，简称外存、辅存，主要用来存放运行时暂时不用的程序和数。通常外存不和计算机的其他部件直接交换数据，只和内存交换数据，而且不是按单个数据进行存取的，而是成批地进行数据交换。

常用的外存有磁盘、磁带、光盘、闪存等。

4. 输入设备

输入设备用于接收用户输入的原始数据和程序，并将它们转换为计算机可以识别的形式（二进制代码）存放到内存中。常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪、光笔、数字化仪、麦克风等。

5. 输出设备

输出设备用于将计算机处理的结果转换为人们所能接受的形式。常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。

1.3.2 常用计算机硬件设备

从原理上说，计算机系统有五大组成部分，实现这 5 部分功能的电子器件又可分为主机和外部设备。

现在流行的微型计算机，它们的基本结构都是由显示器、键盘和主机构成的。台式计算机的主机安装在主机箱内，在主机箱内有系统主板（又称主机板）、硬盘驱动器、CD-ROM 驱动器、软盘驱动器、电源、显示器适配器（又称图形加速卡或显示卡）等。

1. 系统主板

系统主板是微型计算机中最大的一块集成电路板，是微型计算机中各种设备的连接载体。PC99 技术规格规范了主板设计要求，提出主板各接口必须采用有色识别标识，以方便识别，常见的系统主板如图 1-8 所示。

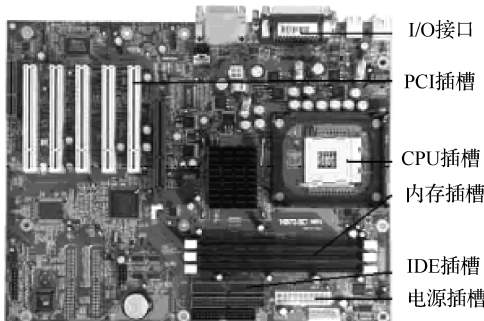


图 1-8 系统主板

系统主板采用开放式结构，板上有 CPU 插座、控制芯片组、BIOS 芯片、内存条插槽，系统板上也集成了软盘接口、硬盘接口、并行接口、串行接口、USB（通用串行总线）接口、AGP（Accelerated Graphics Port，加速图形接口）总线扩展槽、PCI（Peripheral Component Interconnect，外设互连标准）局部总线扩展槽、键盘和鼠标接口、多媒体和通信设备接口，以及一些连接其他部件的接口等。微型计算机通过系统主板将 CPU 等各种器件和外部设备有机地结合起来，形成一套完整的系统。

系统主板在结构上主要有 AT、ATX、NLX、EATX、WATX 及 BTX 等类型。它们的区别主要在于板上各元器件的布局排列方式、尺寸大小、形状及所使用的电源规格和控制方式的不同。ATX 是目前最常用的主板结构，扩展插槽较多，配合 ATX 电源，可以实现软关机（通过程序完成关机）和 Modem 远程遥控开关机等功能。3AT 结构现在已经淘汰；EATX 和 WATX 则多用于服务器/工作站主板；NLX 等是 ATX 的变种。

系统主板中包含芯片组，芯片组是系统主板的“灵魂”，它决定了主板的结构及 CPU 的使用。芯片组就像人体的中枢神经一样，控制着整个主板的运作。芯片组外观就是集成块，如图 1-9 所示。根据芯片的功能，有时把它们称为南桥芯片和北桥芯片。



图 1-9 主板芯片组

南桥芯片主要负责 I/O 接口控制、IDE 设备（硬盘等）控制及高级能源管理等；北桥芯片负责与 CPU 的联系并控制内存、AGP、PCI 数据在北桥内部传输，由于北桥芯片的发热量较高，所以芯片上装有散热片。

常见的芯片组有 Intel 865/875/925 系列、SIS650 系列、VIA KT/PT 系列。

系统主板上还具有以下辅助功能。

（1）CPU 监控功能：现行的主板具备对 CPU 电压的自动侦测、CPU 测温和过热保护等功能。

（2）高级电源管理接口功能：为了能让计算机在使用上如同家电产品般方便、快捷，Intel、Microsoft 和 TOSHIBA 公司共同制定了高级电源管理接口（Advanced Configuration and Power Interface, ACPI）标准，作为操作系统和硬件之间的一个共同的电源管理接口，ACPI 使得操作系统能够执行各种对电源和系统配置进行控制的功能。

（3）自动开机：进入计算机 CMOS 设置界面，选择电源管理窗口，将定时开机（Resume By Alann）选项默认的值设定为 Enabled，并指定开机日期（Date Alann）和开机时间（Time Alarm），计算机就会按时自动启动。

（4）系统休眠功能：当计算机不使用时，自动关闭显示器，停止硬盘的转动等，达到节省能源、保护硬件的目的，称为计算机处于“休眠”状态。目前使用的休眠方法有休眠至硬盘（Suspend To Disk, STD）和休眠至内存（Suspend To RAM, STR）。STD 将当前系统状态保

存到硬盘后，系统进入低功耗状态，当再开机时系统会跳过自检，直接从硬盘恢复到原来的状态，而不是正常系统的默认状态，从而缩短了开机时间。STR 是指系统关机或进入休眠模式后，将重新启动所需的数据存储在内存中，系统的启动操作主要在内存中快速完成，而不必频繁地读/写慢速的硬盘。在 STR 状态下，并非是一种真正的关机状态，此时电源还向内存提供 3.3V 的电压维持内存中的数据。

2. CPU

CPU 有通用型和嵌入式型。它们的区别主要在于应用模式的不同。一般来说，通用 CPU 追求高性能，功能比较强，能运行复杂的操作系统和大型应用软件。嵌入式 CPU 则强调处理特定应用问题的高性能，主要用于运行面向特定领域的专用程序，配备轻量级操作系统，在功能和性能上有很大的变化范围，如用于蜂窝电话、CD 播放机等消费类家电。

微型计算机一般采用通用 CPU，最具代表性的产品是美国 Intel 公司的微处理器系列，先后有 4004、4040、8080、8085、8088、8086、80286、80386、80486、Pentium（奔腾）系列、Itanium（安腾）系列等产品，功能越来越强，工作速度越来越快，内部结构越来越复杂，从每秒完成几十万次基本运算发展到上亿次，每个微处理器包含的半导体电路元器件也从 2300 个发展到数千万个，Pentium 4 微处理器集成了 4200 万个晶体管。

CPU 的产品并非只出于 Intel 公司一家，IBM、Apple、Motorola、AMD、Cyrix 等也是著名的微处理器产品的生产公司。CPU 的功能是计算机主要技术指标之一，人们习惯用 CPU 的档次来大体表示微型计算机的规格。例如，使用了 Pentium 4 CPU 的微型计算机被称为 Pentium 4 机型，装有 K8 CPU 的微型计算机为 K8 机型。

下面简要介绍 Intel 公司生产的微处理器。Intel 公司生产的微处理器主要按台式机、便携机和移动 PC、服务器和工作站来分类，以 Pentium 系列为主。

1) Pentium

Pentium 是 Intel 公司于 1993 年开始推出的新一代微处理器，第一代 Pentium 集成了 310 万个晶体管，采用 66MHz 时钟频率，64 位数据总线，16KB 的高速缓存。Intel 推出了使用 MMX 技术的 Pentium MMX 的多能奔腾，它增加了 57 条多媒体指令，内部高速缓存增加到 32KB，最高频率是 233MHz。MMX 即多媒体扩展，是一种基于多媒体计算及通信功能的技术，它能生成高质量的图像、视频和音频，加速对声音、图像的处理，使计算机的性能达到了一个新的水准。以后又推出了 Pentium II 和 Pentium III。

Pentium 4 处理器从 1.3GHz 起步，其超流水线技术特性现已使主频达到 3.40GHz。800MHz 系统总线频率与超快速 RDRAM 系统内存的完美组合可以支持出色的内存吞吐能力，也提供了强大的图形和多媒体性能。144 条新指令改善了如多媒体、三维和音频/视频等领域的性能。Pentium 4 处理器采用了超线程技术，使一个 Pentium 4 处理器可以同时执行两条线程（两个独立的代码流）。如图 1-10 所示为微处理器芯片。



图 1-10 微处理器芯片

2) Celeron

Intel 为低价位 PC 市场专门推出了 Pentium 的廉价版本 Celeron（赛扬）系列，Celeron 核

心技术与 Pentium 相同。目前的 Celeron 主频已达到 2.60GHz，在 Celeron 内部集成了 128KB 的全速二级 Cache。

3) Itanium

Intel Itanium（安腾）是 2001 年问世的 64 位处理器。2002 年 Intel 发布了 Itanium 2 处理器，其核心采用微体系结构，系统总线频率为 400MHz、128 位数据总线。Itanium 2 处理器高速缓存系统最重要的创新是将 3MB 三级高速缓存集成到了处理器硅片上，而不是作为系统主板的一个独立芯片。这不仅加快了数据检索速度，还将三级高速缓存和处理器内核间的整体通信带宽提高了 3 倍多。代号为 Madison 和 Deedleld 的处理器采用了 0.13 μ m 工艺制造。Madison 采用了 6MB 三级高速缓存。代号为 Montecito 的第五代 Intel Itanium 处理器采用了 90nm 工艺制造，从而进一步提高了性能标准。Itanium 处理器为企业资源规划、大型数据库和交易处理、安全电子商务、高性能科学和技术计算、计算机辅助设计等应用提供了卓越性能。

4) Xeon

Xeon（至强）芯片是 2003 年 3 月推出的目前为止速度最快的、用于服务器和工作站的处理器。超线程技术能更加有效地使用处理器资源，增强多线程、多处理应用程序的性能。

5) Banias

迅驰移动计算技术由 3 个部分组成：Pentium M 移动式处理器、Intel 855 系列芯片组及 Intel PRO 无线网络芯片。集成的芯片产品命名为 Banias，使用了新的高级指令系统和微操作合并技术，应用于笔记本式计算机、服务器及小型台式机。用迅驰技术装备的笔记本式计算机，集成了对无线局域网的连接功能，使用户脱离了缆线的约束，为笔记本式计算机系统带来了崭新的性能和低功耗。有关 CPU 的更多资料可访问 <http://www.intel.net>。

3. 存储器

1) 内存储器

内存是微型计算机的重要部件之一，它是用来存放程序与数据的部件，一般由记忆元器件和电子线路构成。在计算机里，内存按其功能特征可分为如下 3 类。

（1）随机存取存储器（Random Access Memory，RAM）。

通常所说的计算机内存容量均指 RAM 存储器容量，CPU 对它们既可读出数据又可写入数据。但是，一旦关机断电，RAM 中的信息将全部消失。

目前在微机上广泛采用动态随机存储器（DRAM）作为主存。DRAM 的特点是数据信息以电荷形式保存在小电容器内，由于电容器放电回路的存在，超过一定的时间后，存放在电容器内的电荷会消失，故必须对小电容器周期性刷新来保持数据。DRAM 的功耗低，集成度高，成本低。DRAM 中的同步动态随机存储器（SDRAM）是目前奔腾计算机系统普遍使用的内存形式，它的刷新周期与系统时钟保持同步，使 RAM 和 CPU 以相同的速度同步工作，取消了等待周期，减少了数据存取时间。SDRAM II 是 SDRAM 的更新换代产品，DDRDRAM 是双倍速率的 SDRAM，它使用了更多、更先进的同步电路，它的速度是标准 SDRAM 的两倍。而存储器总线式动态随机存储器（RDRAM）被广泛地应用于多媒体领域。

微机上使用的动态随机存储器被制作成内存条的形式，内存条需要插在系统主板的内存插槽上。过去常用的内存容量有 32MB、64MB、128MB、256MB 或 512MB 等不同的规格，现在内存容量已达到 GB 甚至 TB 单位。如图 1-11 所示为内存条的实物图。

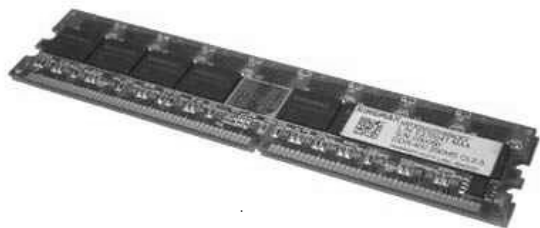


图 1-11 内存条

(2) 只读存储器 (Read Only Memory, ROM)。

CPU 对它只取不存,它其中存放的信息一般由计算机制造厂写入并经固化处理,用户是无法修改的。即使断电,ROM 中的信息也不会丢失。因此,ROM 中一般存放计算机系统管理程序。

近年来,在微机上常采用称为电可擦写 ROM (EPROM 或 EEPROM) 的存储器件,在微机正常工作状态或关机状态下,其功能与普通的 ROM 相同。运行专门的程序,可以通过微机内专设的电子线路,使其进入像 RAM 一样的工作状态,改写其中的内容,退出这种状态后,新的内容可被长期保存。电可擦写 ROM 的使用,可以使计算机在不更换硬件的条件下,升级基本输入/输出系统 (Basic Input-Output System, BIOS),适应新的需要,但同时也为 CIH 之类的计算机病毒提供了一个新的破坏对象。

基本输入/输出系统是一组固化到计算机主板上一个 ROM 芯片上的程序,是面向硬件的底层软件。它保存着计算机系统中最重要基本输入/输出程序、系统设置信息、自检和系统自举程序,并反馈诸如设备类型、系统环境等信息。现在的主板还在 BIOS 芯片加入了电源管理、CPU 参数调整、系统监控、PnP (即插即用)、病毒防护等功能。

不同品牌或同一品牌在不同时期推出的 BIOS 版本所体现出来的性能是各不相同的,但各种 BIOS 所包含的基本功能是相同或相似的。

随着新技术的不断涌现,BIOS 的功能变得越来越强大。目前,各大主板生产厂家都采用了可升级的 BIOS 芯片,能通过程序刷新技术顺利升级 BIOS 以达到支持最新 CPU 的目的。厂家会在各自的网站上提供了 BIOS 升级版本。

(3) 高速缓冲存储器 (Cache)。

现今的 CPU 的速度越来越快,它访问数据的周期甚至达到了几纳秒,而 RAM 访问数据的周期最快也需 50ns。计算机在工作时,CPU 频繁地和内存储器交换信息,当 CPU 从 RAM 中读取数据时,就不得不进入等待状态,放慢它的运行速度,因此极大地影响了计算机的整体性能。为有效地解决这一问题,目前在微机上采用了高速缓冲存储器技术方案。Cache 是介于 CPU 和内存之间的一种可高速存取信息的芯片,是 CPU 和 RAM 之间的桥梁,用于解决它们之间的速度冲突问题。其工作原理如下:通常程序是按程序代码的顺序执行指令的,当 CPU 处理了某一地址上的数据后,则要读取的数据很可能在后继的地址或临近的地址上。于是可把这段代码一次性地从内存中复制到 Cache 中。CPU 要访问内存中的数据,先在 Cache 中查找,当 Cache 中有 CPU 所需的数据时 (称为命中),CPU 直接从 Cache 中读取,如果没有,则从内存中读取数据,并把与该数据相关的一部分内容复制到 Cache 中,为下一次的访问做好准备,只要算法得当,在 Cache 中的命中率一般很高,平均可达 80% 左右,从而提高了工作效率。如图 1-12 所示为其示意图。



图 1-12 CPU、Cache、RAM 关系示意图

Cache 一般采用静态随机存取存储器构成，它的访问速度是 DRAM 的 10 倍左右。作为高速存储器实体的 Cache 按其功能通常分为两类：CPU 内部的 Cache 和 CPU 外部的 Cache。

CPU 内部的 Cache 也称为一级 Cache，它是 CPU 内核的一部分，负责 CPU 内部的寄存器与外部 Cache 之间的缓冲。

CPU 外部的 Cache 相对于 CPU 是独立的部件，主要用于弥补 CPU 内部 Cache 的容量过小，负责整个 CPU 与内存之间的缓冲。早期的外部 Cache 被安排在主板上，称为板载 Cache，其容量一般为 256KB 或 512KB。不论 CPU 的频率多高，板载的 Cache 只能以主板上总线的速度工作。为解决板载 Cache 速度与 CPU 速度之间的瓶颈，自 Pentium 4 开始，将板载的 Cache 与 CPU 内核封装在同一块芯片中，但不属于 CPU，这种设计的 Cache 称为片载，由于其工作频率与 CPU 内核相同，也被称为全速 Cache。而主板继续使用速度更高、容量更大的 Cache 就成了三级 Cache。

CPU 的 Cache 容量、形式和速度是 CPU 的重要技术指标，它直接影响到 CPU 的工作效率，并在很大程度上决定了该 CPU 的价格。

2) 外存储器

一些大型的项目往往涉及几百万个数据，甚至更多。这就需要配置第二类存储器（即外存储器），如磁盘、磁带、光盘等。外存中的数据一般不能直接送到运算器，只能成批地将数据转运到内存，再进行处理。常用的外存储器如下。

(1) 磁介质存储器。

① 软盘：软盘用柔软的聚酯材料制成圆形底片，在表面涂有磁性材料，被封装在护套内。将盘片逻辑地划分成若干个同心圆，每个同心圆称为一个磁道，磁道从外向内编号，最外面的一个同心圆为 0 磁道。磁道又等分成若干段，每段称为一个扇区。一个扇区一般可存放 512B 的数据。磁盘的存储容量可由下面的公式求出。

磁盘总容量=磁道数×扇区数×磁面数×扇区字节数

例如，3.5 英寸软盘格式化后每面是 80 个磁道，每个磁道有 18 个扇区，磁面数为 2，如图 1-13 所示。其容量是 $80 \times 18 \times 2 \times 512B = 1.44MB$ 。

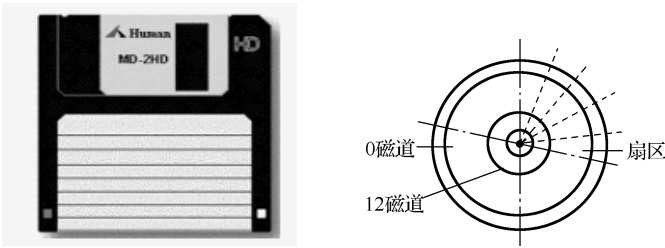


图 1-13 3.5 英寸软盘及其内部结构图

软盘驱动器简称软驱，如图 1-14 所示，它是一种对软盘进行读写操作的精密装置。软驱一般由盘片驱动系统、磁头定位系统、数据读写系统及状态检测系统 4 部分组成。

② 硬盘：与软盘相比，硬盘片是由涂有磁性材料的铝合金或玻璃材质制成的。硬盘外观和其内部结构如图 1-15 所示。



图 1-14 3.5 英寸软盘驱动器

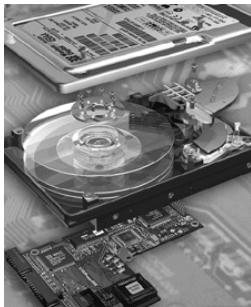


图 1-15 硬盘和其内部结构

一个硬盘由若干个磁性圆盘组成，圆盘的每个面都能记录信息，各个面依次编号为 0 面、1 面…由于每个盘面对应 1 个读/写磁头，所以也常用磁头号来代替盘面。各个盘面上相同编号的磁道构成一个柱面，柱面数等同于每个盘面上的磁道数。根据硬盘的磁头数，柱面数和扇区数即可计算出硬盘容量。例如，某牌号的硬盘有 32 个磁头，4096 个柱面，每个磁道上有 63 个扇区数，则其容量为 $32 \times 4096 \times 63 \times 512\text{B} = 4.2\text{GB}$ 。

如今的硬盘容量虽然高达上百兆字节，但它却仍然没有脱离 IBM 公司在 1973 年发明的“温彻斯特”技术，即硬盘读/写时，由于磁性圆盘高速旋转产生的托力使磁头悬浮在盘面上方，而不与盘片直接接触，磁头沿高速旋转的盘片做径向移动。硬盘碟片转动速度对于硬盘的传输速度有着直接的影响，目前主流的 IDE 硬盘转速为 7200r/min。

③ RAID：即廉价冗余磁盘阵列，它由若干个硬盘组成。通常应用于大容量数据存储，在网络中使用 RAID，可提高服务器存储系统容量、传输数据的速度，保证数据的冗余，如图 1-16 所示为某种 RAID 产品。

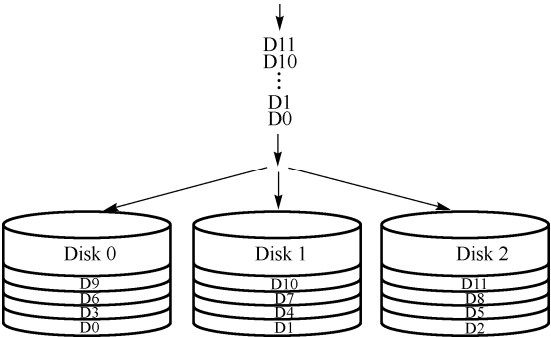


图 1-16 RAID 产品

1987 年，美国伯克利大学提出了 RAID 理论，作为高性能的存储系统，已经得到了越来越广泛的应用。其最主要的用途有两个，一个是资料备份，另一个是加速存取。磁盘阵列中针对不同的应用使用不同的技术，目前常用的标准是 RAID 0~RAID 5。

通常所说的 RAID 0 是指加速功能，它把所有的硬盘构成一个磁盘阵列，可以同时多个硬盘进行读/写操作，在存储数据时，采用分割技术将数据分割后同时写入各个硬盘，所以它的存储速度比单个硬盘快几倍。而 RAID 1 是指备份功能。每一个硬盘都有一个镜像目盘，数据同时写在两个硬盘相应的位置上，读数据时只有一个硬盘工作。这种结构可靠性高，但有效容量只是总容量的一半。

（2）光介质存储器。

光介质存储器也是微机上使用较多的存储设备。它利用光学方式读/写数据，是从激光电视唱片和数字音频唱片基础上发展起来的。应用激光在某种介质上写入信息，再用激光读出信息的技术称为光存储技术。如果光存储技术中使用记录信息的介质是磁性材料，即利用激光在磁性介质上存储信息，则称为磁光存储。

目前微机上使用的光介质主流产品是光盘。它需要通过专用的设备，如 CD-ROM 等驱动器读取光盘上的信息。

按光盘的读/写性能，可分为只读型与可读写型。只读光盘上的数据采用压模方法压制而成，用户只能读取上面的数据，而不能写入或修改光盘上的数据。它适用于大量的、通常不需要改变的数据信息的存储，如软件的载体、电子出版物等。

可读写型光盘中的可录式光盘（CD-Recordable, CD-R）的特点是只能写一次，写后的 CD-R 无法被改写，但可以在 CD-ROM 驱动器和 CD-R 刻录机上被多次读取，可用于重要数据的长期保存。由于 CD-R 容量大（650MB）、成本低，存储可靠性高、读/写速度快且盘片使用寿命长等突出优点，CD-R 及 CD 驱动器或刻录机已成为 PC 及工作站的标准配置设备。

CD-R 光盘由合成塑胶的片基层、记录信息的染料层及由黄金或白银构成的反射层和保护漆层组成，直径为 12cm。它的信息记录材质是有机染料层，这些染料在激光的作用下会产生变化，从而达到记录数据的目的。在刻录 CD-R 盘片时，通过大功率激光照射 CD-R 盘片的染料层，使相应部位的染料层发生化学变化，形成一个凹坑；激光没有照射到的部位仍然是平面，用凹坑和平面来代表数字信息 1 和 0。由于这种变化是一次性的，不能恢复到原来的状态，所以 CD-R 盘片只能写入一次，不能重复写入。早期的 CD-R 在写入数据时，必须一次性完成全盘数据的写入。现在的技术则允许用户分几次在 CD-R 盘片上写入数据。

可重复刻录的光盘（CD Rewritable, CD-RW）的盘片上镀的是用银、铟、锡或碲材质形成的记录层，这种材质能够呈现出结晶和非结晶两种状态，用这两种状态来表示数字信息 1 和 0。CD-RW 的刻录原理与 CD-R 大致相同，通过激光束的照射，材质可以在结晶和非结晶两种状态之间相互转换，这种晶体态的互换形成了信息的写入和擦除，从而达到可重复擦写的目的。CD-RW 光盘的推出将改变人们使用光盘的方式。衡量光盘驱动器传输数据速率的指标称为倍速，一倍速率为 150KB/s。如果在一个 40 倍速光驱上读取数据，则数据传输速率可达到 $40 \times 150 \text{ KB/s} = 6 \text{ MB/s}$ 。

CD-ROM 的后继产品 DVD-ROM 如图 1-17 所示。



图 1-17 光盘驱动器

DVD 采用了波长更短红色激光、更有效的调制方式和更强的纠错方法，具有更高的道密度，并支持双面双层结构，在与 CD 大小相同的盘片上，DVD 可提供相当于普通 CD 片 8~25 倍的存储容量及 9 倍以上的读取速度。例如，双层双面 DVD 的容量可达到 17GB。在对视

频信号的处理上, DVD 采用了 MPEG-2 压缩编码标准, 在音频信号的处理方面, 采用 MPEG-2 等多种标准。

DVD-ROM 一倍速率是 1.3MB/s, 它向下兼容, 可读音频 CD 和 CD-ROM。新型的三合一驱动器集高速读/写的 CD-ROM、DVD 及 CD-RW 刻录三大功能为一体, 将被广泛地应用在微型计算机上。

(3) 移动存储产品。

随着信息技术的不断发展, 几十兆字节甚至几百兆字节的信息交换已经更为常用, 而传统使用的 1.44MB 软盘在如此巨大的信息量面前早已异常的脆弱。近几年来, 更多小巧、轻便、价格低廉的移动存储产品正在不断涌现和普及。

① 移动硬盘: 移动硬盘直接由台式计算机硬盘或者由笔记本式计算机硬盘改装而成, 这类产品性价比非常好, 通常来讲可按产品的接口类型分为 USB 1.1、USB 2.0 和 IEEE 1394 共 3 种。采用这 3 种接口的移动硬盘的数据传输速率是大相径庭的。USB 2.0 由于在不改变 USB 1.1 标准的插头和传输导线的前提下, 将目前普遍应用的 USB 接口的实际性能提升了 6~10 倍, 而其支持高达 480Mb/s 的峰值速率。如图 1-18 所示为普通硬盘和移动硬盘。



图 1-18 普通硬盘和移动硬盘

② Flash 存储设备: 它是一种新型非易失性半导体存储器, 即在无电源状态下仍能保持片内信息, 不需要特殊的高电压即可实现片内信息的擦除和重写。

Flash 存储设备是用 Flash Memory 芯片构成的存储介质, 被广泛地应用于数字摄像机、数码照相机、MP3 播放器、数字录音机、个人数字助理和计算机等方面。

作为计算机上使用的移动存储设备, 采用 USB 的接口, 通常称为闪存盘或 U 盘。可用于存储任意数据文件和在计算机间方便地交换文件。闪存盘没有机械读/写装置, 避免了移动硬盘容易碰伤、跌落等原因造成的损坏。其可擦写 100 万次的性能更是大大加强了数据的安全性, 部分款式的闪存盘还具有加密等功能。如图 1-19 所示为常见的几种 Flash 存储设备。



图 1-19 各种型号的闪存盘

4. 总线与接口

1) 总线

任何一个微处理器都要与一定数量的部件和外围设备连接, 如果将各部件和每一种外

围设备分别用一组线路与 CPU 直接连接，那么连线将会错综复杂，甚至难以实现。为了简化硬件电路设计、简化系统结构，常用一组线路，配置以适当的接口电路，与各部件和外围设备连接，这组共用的连接线路被称为总线。总线就像高速公路，总线上传输的信号被视为高速公路上的车辆。显而易见，在单位时间内公路上通过的车辆数直接依赖于公路的宽度、质量。因此，总线技术成为微型计算机系统结构的一个重要方面。采用总线结构便于部件和设备的扩充，其制定的统一的总线标准容易使不同设备间实现互连。

微型计算机中的总线分为内部总线、系统总线和外部总线 3 个层次。内部总线位于 CPU 芯片内部，用于连接 CPU 的各个组成部件；而系统总线是指主板上连接微型计算机中各大部件的总线；外部总线是微型计算机和外部设备之间的总线，微型计算机作为一种设备，通过该总线和其他设备进行信息与数据交换。

如果按总线内所传输的信息种类，可将总线分为以下几种。

- (1) 数据总线 (Data Bus, DB) 用于 CPU 与内存或 I/O 接口之间的数据传递，它的条数取决于 CPU 的字长，信息传送是双向的 (可送入到 CPU，也可由 CPU 送出)。
- (2) 地址总线 (Address Bus, AB) 用于传送存储单元或 I/O 接口的地址信息，信息传送是单向的，它的条数决定了计算机内存空间的大小，即 CPU 能管辖的内存数量。
- (3) 控制总线 (Control Bus, CB) 传送控制器的各种控制信息，它的条数由 CPU 的字长决定。

微型计算机采用开放体系结构，由多个模块构成一个系统。一个模块往往是一块电路板。为了方便总线与电路板的连接，总线在主板上提供了多个扩展槽与插座，任何插入扩展槽的电路板 (如显示卡、声卡) 可通过总线与 CPU 连接，这为用户自己组合可选设备提供了方便。微处理器、总线、存储器、接口电路和外部设备的逻辑关系如图 1-20 所示。

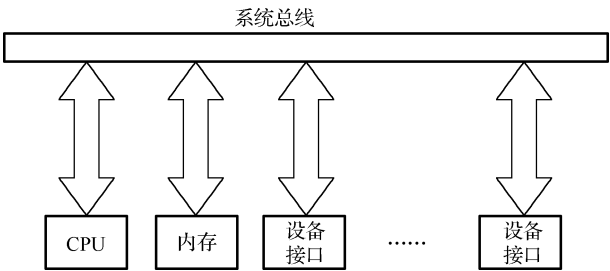


图 1-20 微处理器、总线、存储器、接口电路和外部设备的逻辑关系

目前的微型计算机上常用到的系统总线标准如下。

- ① ISA (Industry Standard Architecture) 总线：工业标准结构总线，数据传送宽度是 16 位，工作频率为 8MHz，数据传输率最高可达 8Mb/s，寻址空间为 1MB。它在 80286 至 80486 时代应用非常广泛，以至于现在奔腾机中还保留了 ISA 总线插槽。
- ② PCI (Peripheral Component Interconnect) 总线：PCI 总线在 1991 年由 Intel 公司推出，PCI 在 CPU 与外部设备之间提供了一条独立的数据通道，让每种设备都能直接与 CPU 取得联系，使图形、通信、视频、音频设备能同时工作。PCI 总线的数据传送宽度为 32 位，可以扩展到 64 位，工作频率为 33MHz，数据传输率可达 133Mb/s。PCI 是基于 Pentium 等新一代微处理器而发展的总线，其实物图如图 1-21 所示，计算机主板上的白色扩展槽就是 PCI 插槽。

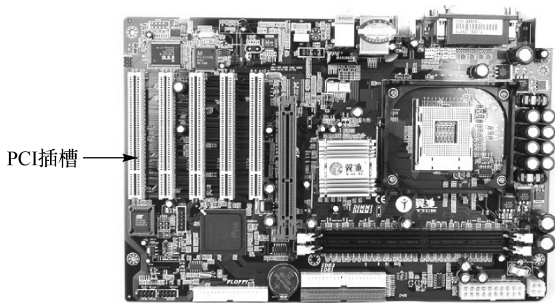


图 1-21 主板实物图

③ AGP (Advanced GraPhics Port): Intel 公司配合 Pentium 处理器开发的总线标准, 它是一种可自由扩展的图形总线结构, 能增大图形控制器的可用带宽, 并为图形控制器提供了必要的性能, 有效地解决了 3D 图形处理的瓶颈问题。总线宽为 32 位, 时钟频率有 66MHz 和 133MHz 两种。

2) 外部设备接口

外部总线通常以接口形式表现, 是外部设备与计算机连接的端口。在计算机上常见的接口如图 1-22 所示。

1 号为 PS/2 接口, 可连接键盘。

2 号为 PS/2 接口, 可连接 PS/2 鼠标。

3 号为两个 USB 接口, 可连接 USB 外部设备, 如数码照相机、闪存盘、打印机等。

4 号为 COM 串行接口, 可连接串行口的外部设备, 如外置 Modem 等。

5 号为 LPT 并行接口, 可连接并行口的外部设备, 一般连接打印机。

6 号为两个 USB 接口, 可连接 USB 外部设备, 如数码照相机、闪存盘、打印机等。

7 号为网卡接口, 可连接 RJ-45 水晶头的双绞线。

8 号为音频接口, 绿色 (Speak Out) 为声音输出, 蓝色 (Line In) 为声音输入, 红色 (MIC In) 为麦克风输入。

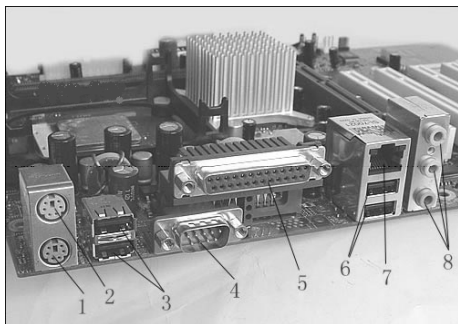


图 1-22 外部设备接口

(1) 串行接口: 计算机上的串行接口插座分为 9 针或 25 针两种, 目前最普遍的用途是连接鼠标和调制解调器。串行接口被赋予专门的设备名, 如 COM1、COM2... 在一个方向一次只能传输一位数据。串行接口常被称为异步通信适配器接口 (RS-232-C), 是美国电子工业协会制定的一种接口标准, 最大通信距离为 15m。

(2) 并行接口: 在计算机上并行接口插座上有 25 个导电的小孔, 由于并行接口常用于连接打印机, 所以常被称为打印口或并行打印机适配器, 被赋予专门的设备名 LPT, 为区别同一台计算机上的多个并行端口, 依次称为 LPT1、LPT2... 并行接口可同时传输 8 路信号, 因此能够一次并行传送完整的一个字节的数据。

并行接口和串行接口都必须在软件控制下才能按需要输入或输出数据。

(3) USB 接口: USB 接口为外设提供电源, 能同时连接 127 个外设, 可同时支持高速和低速设备的访问。目前可以通过 USB 接口连接的输入/输出设备有显示器、键盘、鼠标、扫描

仪、光笔、数字化仪、数码照相机、打印机、绘图仪和调制解调器等。USB 2.0 最大数据传输率为 480Mb/s。像并行和串行端口一样，通用串行总线也要在软件控制下才能正常工作。

(4) IEEE 1394 接口：IEEE 1394 是一种连接外部设备的机外总线标准，按串行方式通信，它的带宽可以达到 400Mb/s。该接口技术由苹果公司率先创立，1995 年 IEEE 把它作为正式标准，编号为 1394，这就是 IEEE 1394 名称的由来。IEEE 1394 接口标准允许把计算机、计算机外部设备（如硬盘、打印机、扫描仪）、各种家电（如数码照相机、DVD 播放机、视频电话等）非常简单地连接在一起。如图 1-23 所示为 1394 接口卡。

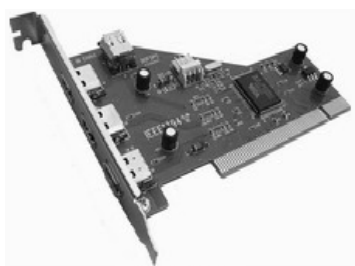


图 1-23 1394 接口卡

硬盘容量不超过 528MB。

② EIDE 接口标准：EIDE (Enhanced IDE) 是 Western Digital 为取代 IDE 而开发的接口标准。在采用 EIDE 接口的微机系统中，已直接将 EIDE 接口集成在主板上，不再需要单独的适配卡。

EIDE 支持大容量硬盘，最大容量可达 8.4GB，数据传输率可达 12~16.6Mb/s。1999 年 Quantum 和 Intel 推出了 Ultra DMA66 新标准，数据传输率理论上可达 66.6Mb/s；EIDE 标准也支持除硬盘以外的其他外设，如磁带驱动器和 CD-ROM 驱动器。

EIDE 接口最多可连接 4 台 EIDE 设备。EIDE 提供了两个接口插座，分别称为第一 IDE 接口插座 (Primary，主通道) 和第二 IDE 接口插座 (Secondary，辅通道)。每个插座又可连接两个设备，分别称为主 (Master) 和从 (Slave) 设备。

③ SCSI 接口标准：SCSI (Small Computer System Interface，小型计算机系统接口) 是由美国国家标准协会 1986 年 6 月公布的接口标准 (称为 SCSI-1)，1990 年又推出了 SCSI-2 标准。可与各种采用 SCSI 接口标准的外部设备相连，如硬盘驱动器、扫描仪、光盘、打印机和磁带驱动器等。

SCSI 早期只在小型机上使用，近年来也在 PC 中采用。SCSI 是一个多任务接口，具有总线仲裁功能。因此，SCSI 总线上的适配器和控制器可以并行工作，在同一个 SCSI 控制器控制下的多台外设也可以并行工作，其同步数据传送速率达到了 20Mb/s。

5. 输入/输出设备

1) 输入设备

输入设备将数据、程序等转换成计算机能接收的二进制码，并将它们送入内存。常用输入设备是键盘、鼠标、轨迹球、扫描仪、光笔、触摸屏、数字化仪、游戏操作杆等，如图 1-24 所示。



图 1-24 输入设备

其中：

① 轨迹球与鼠标器功能相仿。

② 扫描仪是一种可将静态图像输入到计算机中的图像采集设备。对于桌面排版系统、印刷制版系统，扫描仪都十分有用。如果配上文字识别（OCR）软件，则用扫描仪可以快速方便地把各种文稿录入到计算机内，可加速计算机文字录入过程。

③ 光笔是一种图像输入设备。

④ 游戏操作杆是用于控制游戏程序运行的一种输入设备，只有操作方向和简单的几个按钮，其结构是在一个小盒上伸出一个像万向头样的小棒，其倾斜度控制着盒内两个电位器，从而操纵光标在 X、Y 坐标移动。

⑤ 触摸屏是点式输入设备，触摸屏在计算机显示器屏幕基础上，附加坐标定位装置，通常有接触式和非接触式两种构成方法。

2) 输出设备

输出设备将计算机处理的结果转换成人们能够识别的数字、字符、图像、声音等形式显示、打印或播放出来。常用的输出设备是显示器、打印机、绘图仪等，如图 1-25 所示。

（1）打印机：目前使用的打印机主要有如下 3 类。

针式打印机，其印刷机构由打印头和色带组成，打印头中藏有打印针。针式打印机在进行打印时，打印针撞击色带，将色带上的墨印到纸上，形成文字或图形。针式打印机具有价格便宜，能进行多层打印等特点，但是它的噪声很大，而且打印质量不好。这种打印机被银行、超市广泛地使用。

喷墨打印机，利用特殊技术的换能器将带电的墨水喷出，由偏转系统控制很细的喷嘴喷出微粒射线在纸上扫描，并绘出文字与图像。喷墨打印机体积小，质量轻，噪声小，打印精度较高，特别是其彩色印刷能力很强，但打印成本较高，适用于小批量打印。

激光打印机，利用激光扫描主机送来的信息，将要输出的信息在磁鼓上形成静电潜像，并转换成磁信号，使碳粉吸附在纸上，经显影后输出。这种打印机打印速度快，印刷质量高，

无噪声。近年来，彩色喷墨打印机和彩色激光打印机已日趋成熟，成为主流打印机，其图像输出已达到照片级的质量水平。

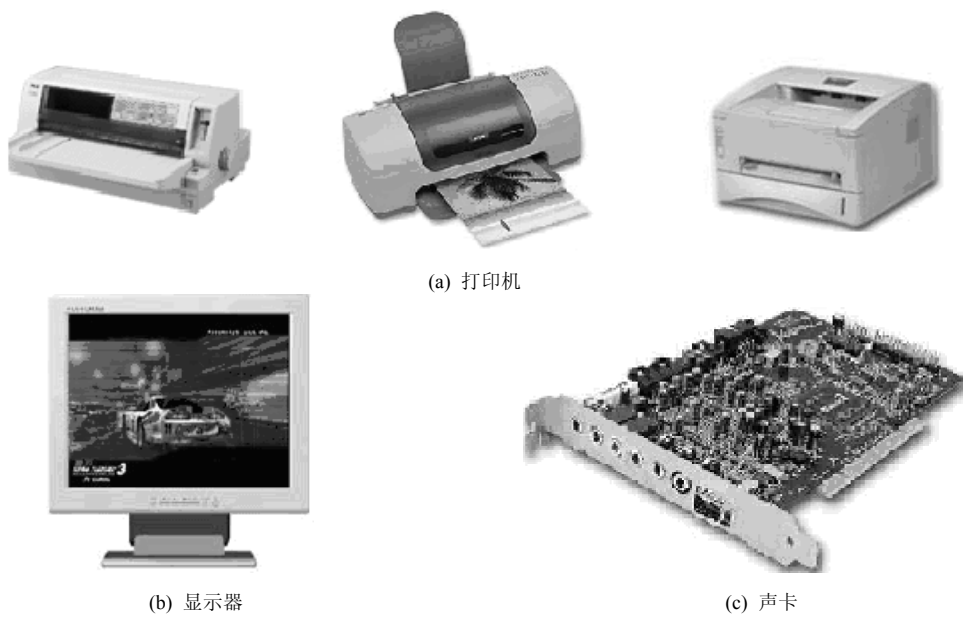


图 1-25 输出设备

(2) 显示器：显示器是计算机中重要的输出设备，所有的视觉信息都要经过显示器显示出来，因此有一台图像合适、色彩自然或者画面稳定的显示器是非常重要的。

带宽决定着—台显示器可以处理的信息范围，即特定电子装置能处理的频率范围。增强高频处理能力可以使图像更清晰。

近几年来，传统 CRT 显示器的显像管从球面发展到柱面，又从柱面发展到纯平，目前液晶显示器成为主流。在视觉效果上获得了很大的飞跃。但长久以来，显示器与显示卡之间的通信接口一直以采用传送模拟信号的 VGA 接口为主，而随着液晶显示器的进一步普及，先进的 DVI 数字信号接口也逐步走进人们的生活。

由于高频会产生辐射，因此高频处理电路的设计更为困难，成本也高得多。液晶显示器的能源消耗远比传统的 CRT 小，发热量比较低；它自身的工作特点决定了它不会产生噪声；相对 CRT 来说，液晶显示器的辐射可以忽略不计。

从理论上说，液晶显示器是纯数字设备，与计算机主机的连接也应该是数字式接口，采用数字接口的优点是不言而喻的。首先是可以减少在模/数转换过程中的信号损失和干扰，减少相应的转换电路和元器件；其次是不需要进行时钟频率、向量的调整。

6. 其他设备

目前，不少设备上同时集成了输入/输出两种功能。例如，调制解调器，它是数字信号和模拟信号之间的桥梁。一台调制解调器能将计算机的数字信号转换成模拟信号，通过电话线传送到另一台调制解调器上，经过解调，再将模拟信号转换成数字信号送入计算机，实现两台计算机之间的数据通信。

无线上网是靠无线网卡实现的，当然，配套的还有无线路由器，如图 1-26 所示。



图 1-26 无线网卡和无线路由器

无线网卡相当于接收器，无线路由相当于发射器。实际上，需要有线的 Internet 线路接入到无线路由上，再将信号转化为无线的信号发射出去，由无线网卡接收。一般无线路由可以使用 2~4 个无线网卡，工作距离在 50m 以内效果较好，距离越远效果越差。

另外一种纯粹是无线，它需要通信器材，如卫星接收器，或可以上网的手机等，这些东西通过专用的数据线接入计算机，由它们接收来自卫星或无线网络服务的信号，但是速度不快，通信费用却很贵。卫星接收器和手机的价格也不菲，优点是即使在野外也能上网。

这两种方案都可以用在笔记本式计算机和台式机上，但台式机本来移动就不方便，无线没有太大的意义。

1.3.3 计算机系统工作原理

1. 计算机的指令系统

指令是指能被计算机识别并执行的二进制代码，它规定了计算机能完成的某种操作。一条指令通常由如下两个部分组成：

操作码	操作数
-----	-----

(1) 操作码。操作码指明该指令要完成的操作的类型或性质，如取数、做加法运算或输出数据等。操作码的位数决定了一个机器操作指令的条数。当使用定长操作码格式时，若操作码位数为 n ，则指令条数可有 2^n 条。

(2) 操作数。操作数指明操作对象的内容或所在的单元地址，操作数在大多数情况下是地址码，地址码可以有 0~3 个。从地址码得到的仅是数据所在的地址，可以是源操作数的存放地址，也可以是操作结果的存放地址。

计算机的所有指令的集合称为该计算机的指令系统。不同类型的计算机，指令系统的指令条数有所不同。但无论哪种类型的计算机，指令系统都应具有以下功能的指令。

- ① 数据传送指令将数据在内存与 CPU 之间进行传送。
- ② 数据处理指令数据进行算术、逻辑或关系运算。
- ③ 程序控制指令控制程序中指令的执行顺序，如条件转移、无条件转移、调用子程序、返回、停机等。
- ④ 输入/输出指令用来实现外部设备与主机之间的数据传输。

⑤ 其他指令对计算机的硬件进行管理等。

2. 计算机的工作原理

计算机的工作过程实际上是快速地执行指令的过程。当计算机在工作时，有两种信息在执行指令的过程中流动：数据流和控制流。

数据流是指原始数据、中间结果、结果数据、源程序等。控制流是由控制器对指令进行分析、解释后向各部件发出的控制命令，指挥各部件协调地工作。

下面以指令的执行过程来认识计算机的基本工作原理。

指令的执行过程分为以下 4 个步骤。

(1) 取指令按照程序计数器中的地址，从内存储器中取出指令，并送往指令寄存器。

(2) 分析指令对指令寄存器中存放的指令进行分析，由译码器对操作码进行译码，将指令的操作码转换成相应的控制电位信号；由地址码确定操作数地址。

(3) 执行指令是由操作控制线路发出完成该操作所需要的一系列控制。例如，加法指令取内存单元的值和累加器的值相加，结果放在累加器中。

(4) 一条指令执行完成，程序计数器加 1 或将转移地址码送入程序计数器，然后回到步骤 (1)。

一般把计算机完成一条指令所花费的时间称为 1 个指令周期，指令周期越短，指令执行越快。通常所说的 CPU 主频或称为工作频率，反映了指令执行周期的长短。

计算机在运行时，CPU 从内存读出一条指令到 CPU 内执行，指令执行完，再从内存读出一条指令到 CPU 内执行。CPU 不断地取指令、分析指令、执行指令，这就是程序的执行过程。

1.4 计算机软件基础

计算机的软件系统包括系统软件和应用软件。计算机软件是在计算机硬件上运行的各种程序及有关文档资料的总称。系统软件一般由计算机厂商提供，应用软件是为解决某一问题而由用户或软件公司开发的。

1.4.1 系统软件

系统软件是管理、监控和维护计算机资源（包括硬件和软件）、开发应用程序的软件。它主要包括操作系统、语言处理程序、程序设计语言、数据库管理系统、支撑服务软件等。

1. 操作系统

操作系统（Operating System, OS）是控制计算机系统并对其进行管理的一组程序，它是用户和计算机硬件系统之间的接口，为用户和应用软件提供了访问和控制计算机硬件的桥梁。

操作系统的作用是管理计算机的所有软件和硬件资源，使计算机系统最大限度地发挥作用，为用户提供方便、有效、友善的服务界面。通常它具有 5 个方面的功能：处理机管理、存储管理、设备管理、文件管理和作业管理。实际的操作系统是多种多样的，根据侧重面不同和设计思想不同，操作系统的结构和内容存在很大差别。根据操作系统使用环境和对作业处理方式的不同，操作系统一般可分为以下几种类型：批处理操作系统、分时操作系统、实

时操作系统和网络操作系统。目前计算机中使用的操作系统有 DOS、OS/2、UNIX、Linux、NetWare、Windows 系列等。

2. 程序设计语言

程序设计语言是用户编写应用程序使用的语言，是人与计算机之间交换信息的工具。一般分为机器语言、汇编语言和高级语言 3 类。

1) 机器语言

机器语言是计算机系统唯一能识别的、不需要翻译直接供机器使用的程序设计语言。机器语言中的每个语句（称为指令）都是二进制形式的指令代码，包括操作码和地址码两部分。机器语言通常随着计算机型号的不同而不同，每种型号的计算机执行的全部指令的集合就是该计算机的指令系统。用机器语言编写程序难度大、直观性差、容易出错，修改、调试也不方便，但执行速度最快。由于不同计算机的机器语言有所不同，所以机器语言的通用性和移植性差。

2) 汇编语言

汇编语言是将机器语言“符号化”的程序设计语言。在汇编语言中，用助记符号来表示机器语言的二进制代码。用汇编语言编写的程序（汇编语言源程序）必须翻译成机器语言程序（目标程序），计算机才能识别和执行。汇编语言比机器语言直观，容易记忆和理解，用汇编语言编写的程序比机器语言程序易读、易检查、易修改。汇编语言与机器语言一般是一一对应的。不同计算机系统的汇编语言系统也不同，因而汇编语言程序通用性、可移植性也较差。

3) 高级语言

机器语言和汇编语言都是面向机器的语言，一般称为低级语言。它们对机器的依赖性大，通用性差，要求程序的开发者必须熟悉计算机的硬件系统和了解每一个细节，它所面对的用户是计算机专业人员，一般普通用户很难胜任。随着计算机技术的发展和计算机应用领域的不断扩大，计算机用户的队伍也不断壮大，其中绝大部分不是计算机专业人员。所以，从 20 世纪 50 年代中期开始，逐步开发了面向问题的程序设计语言，称为高级算法语言（简称高级语言）。高级语言是一种接近数学语言及自然语言的程序设计语言。高级语言的显著特点是独立于具体的计算机硬件，通用性和移植性好。另外，用高级语言编写程序比用低级语言容易得多，简化了程序的编制和调试过程，编程效率可以大幅度地提高。同汇编语言一样，用高级语言编写的程序（称为高级语言源程序）也不能被计算机直接执行，必须先将高级语言源程序翻译成目标程序后，才能被计算机执行。通常有编译和解释两种翻译方式。计算机高级语言的种类很多，常用的有 BASIC、FORTRAN、Pascal、C 语言、COBOL 语言、Java 语言、Visual Basic、Delphi 等。

3. 语言处理程序

语言处理程序是把源程序翻译成机器语言的程序，可分为 3 种：汇编程序、编译程序和解释程序。

1) 汇编程序

把汇编语言源程序翻译成机器语言程序的程序称为汇编程序，翻译的过程称为汇编。汇

编程序在翻译源程序时，总是对源程序从头到尾一个符号一个符号地进行阅读分析，一般用两遍扫描完成对源程序的加工转换工作。汇编语言在翻译的同时，还对各种形式的错误进行检查和分析，并反馈给用户，以便修改。反汇编程序也是一种语言处理程序，它的功能与汇编程序相反，它能把机器语言程序转换成汇编语言程序。

2) 编译程序

编译程序是把高级语言源程序（如 FORTRAN、Pascal、C 等）翻译成目标程序（机器语言程序）的一种程序，翻译的过程称为编译。

3) 解释程序

解释程序也是一种对高级语言源程序进行翻译处理的程序。但其处理方式是边读取、边翻译、边执行，解释过程不产生目标程序。解释程序将源程序一句一句读入，对每个语句进行分析和解释，有错误随时通知用户，无错误即按照解释结果执行所要求的操作。程序的每次运行都要求源程序与解释程序参与。

4. 数据库管理系统

数据库指存储在计算机内部，具有较高的数据独立性、较少的数据冗余、数据规范化，并且相互之间有联系的数据文件的集合。数据库管理系统（Database Management System, DBMS）是一种管理数据库的软件，它能维护数据库，接收和完成用户提出的访问数据库的各种要求，是帮助用户建立和使用数据库的一种工具和手段。不同的数据库管理系统以不同的方式将数据组织到数据库中，组织数据的方式称为数据模型。数据模型一般分为 3 种形式：层次型——采用树形结构组织数据，网状型——采用网状结构组织数据；关系型——以表格形式组织数据。

5. 支撑服务软件

支撑服务软件主要包括编辑程序、连接程序、诊断程序、调试程序、杀毒软件等。

(1) 编辑程序

编辑程序用于编辑源程序、信件及表格等。

(2) 连接程序

经汇编或编译之后生成的目标程序是不能直接运行的。目标程序可能调用一系列内部函数、外部过程和库函数或其他程序模块，这时需要连接程序将全部的目标程序块、库函数和系统库连接起来，使其成为一个可调入内存运行的程序模块，即使其成为可执行程序。

(3) 诊断程序

诊断程序用于诊断计算机硬件的各个部分能否正常工作，能对 CPU、内存、软硬盘驱动器、显示器、键盘及 I/O 接口的性能和故障进行检测。微机中常用的诊断程序有 Qaplus、Pcbench、Winbench、Wintest、Checkpro、Norton 等。

(4) 调试程序

调试程序为方便用户调试程序而提供的一种工具。最常用的调试程序是 Debug。使用调试程序可以一条指令一条指令地跟踪程序的执行，便于了解程序的执行过程，发现和修改程序中的错误。

1.4.2 应用软件

为解决计算机各类应用问题而编写的程序称为应用软件。应用软件具有很强的实用性。随着计算机应用领域的不断拓展和计算机应用的广泛普及,各种各样的应用软件与日俱增。它又可分为用户程序和应用软件包,它是由系统软件开发的。

1. 用户程序

用户程序是用户为解决自己特定的具体问题而开发的软件,编制用户程序应充分利用计算机系统的现有软件,在系统软件和应用软件包的支持下进行开发。各种各样的科学计算程序、工程设计程序、数据处理程序、自动控制程序、企业管理程序、情报检索程序等都是用户程序。

2. 应用软件包

应用软件包是为实现某种特殊功能或特殊计算,经过精心设计的独立软件系统,是一套满足同类应用的许多用户需要的软件。应用软件包的种类很多,可以说,凡是应用计算机的行业都有适合本行业的应用软件包。Microsoft Office 是美国 Microsoft 公司开发的一套包含字处理软件 Word、表格处理软件 Excel、文稿演示软件 PowerPoint、数据库软件 Access 等集成的办公自动化软件包。WPS Office 是我国金山电脑公司推出的办公自动化软件包,提供现代企业办公中必需的六大功能:文字办公处理、电子表格、演示制作、网页浏览、邮件管理、图片浏览,是一套适合中国企事业单位办公应用的软件。CorelDRAW 是加拿大 Corel 公司推出的集成图像应用软件包,包括矢量绘图工具 CorelDRAW、图像编辑工具 Corel Photo-Paint、3D 插图模型制作工具 CorelDRAW 3D、3D 运动编辑器 CorelMotion 3D 和多媒体演示制作工具 Corel Present 等组件,是专业图像、视频制作者的得力工具。在计算机技术的发展过程中,计算机软件随硬件技术的发展而发展。软件的不断发展与完善,又促进了硬件的新发展。计算机的硬件和软件是互相依存、互相支持的,硬件的某些功能可以用软件来完成,而软件的某些功能也可以用硬件来实现。

1.5 多媒体技术基础

多媒体技术是以数字技术为基础,把通信技术、广播技术和计算机技术融于一体,能够对文字、图形、图像、声音、视频等多种媒体信息进行存储、传送和处理的综合性技术。在人类信息科学技术史上,它是继活字印刷术、无线电-电视机技术、计算机技术之后的又一次新的技术革命。

目前,多媒体技术及应用已遍及到国民经济与社会生活的各个角落,它给人们的生产方式、工作方式、学习方式乃至生活方式带来巨大的变革。

“多媒体”一词出现于 1990 年前后,从 20 世纪 80 年代初期至今,共经历了如下 3 个阶段:孕育阶段(20 世纪 80 年代初期~90 年代初期)、问世阶段(20 世纪 90 年代初期~中期)、发展阶段(20 世纪 90 年代中期至今)。

本节将介绍多媒体技术的基本概念、多媒体系统组成等。

1.5.1 多媒体技术的基本概念

1. 多媒体

1) 媒体

媒体 (Media) 在计算机中有两种含义：一是指存储信息的物理实体，如磁盘、磁带、光盘等；二是指信息的表现形式或载体，如大家已熟悉的文字、图形、图像、声音、动画和视频等。多媒体技术中的媒体通常指后者。

2) 多媒体和多媒体技术

多媒体 (Multimedia) 从字面上理解就是文字、图形、图像、声音、动画和视频等“多种媒体信息的集合”。计算机能处理的多媒体信息从时效上可分为如下两大类。

① 静态媒体，包括文字、图形、图像。

② 动态媒体，包括声音、动画、视频。

通常情况下，多媒体并不仅仅指多种媒体本身，而主要是指处理和应用它的一整套技术。因此，多媒体实际上常被看做多媒体技术的同义词。

多媒体技术是指利用计算机技术把多种媒体信息综合一体化，使它们建立起逻辑联系，并能进行加工处理的技术。这里所说的“加工处理”主要是指对这些媒体的录入、对信息的压缩和解压缩、存储、显示、传输等。显然，多媒体技术是一种基于计算机的综合技术，包括数字化信息的处理技术、音频和视频技术、计算机硬件和软件技术、人工智能和模式识别技术、通信和图像技术等，因而是一门跨学科的综合技术。

2. 多媒体技术的特性

多媒体技术的主要特性包括信息媒体的多样性、集成性、交互性和数字化等，也是在多媒体研究中必须要解决的主要问题。

1) 多样性

多样性是多媒体的主要特征，也是多媒体研究需要解决的关键问题。人类对于信息的接收和产生主要通过视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉，其中前 3 项占信息量的 95% 以上，信息媒体的多样化相对于计算机及与之相应的一系列设备而言，远远没有达到人类的水平。多媒体技术目前提供了多维信息空间下的视频和音频信息的获取和表示方法，使计算机中的信息表达方式不再局限于文字和数字，而广泛采用图像、图形、视频、音频等信息形式，使得人们的思维表达有了更充分、更自由的扩展空间，使得计算机变得更加人性化，人们能够从计算机世界中真切地感受到信息的美妙。

2) 集成性

集成性主要是指以计算机为中心，综合处理多种信息媒体的特性。它包括信息媒体的集成及处理这些媒体的设备和软件的集成。信息媒体的集成包括信息的多通道统一获取、统一存储、组织和合成等方面。设备集成是指显示和表现媒体设备的集成，计算机能和各种外设，如打印机、扫描仪、数码照相机、音箱等设备联合工作；软件的集成是指有集成一体的多媒体操作系统、适合多媒体信息管理的软件系统、创作工具及各类应用软件等。

3) 交互性

多媒体技术最重要的一点是它的交互性。交互性是指向用户提供了更加有效地控制和使

用信息的手段，它可以增加对信息的注释和理解，延长信息的保留时间，使人们获取信息和使用信息的方式由被动变为主动。传统的电视之所以不能称为多媒体系统的原因在于不能和用户交流，用户只能被动收看。

4) 数字化

数字化是指各种媒体的信息都是以数字的形式（即 0 和 1 的方式）进行存储和处理的，而不是传统的模拟信号方式。数字化给多媒体带来的好处是，数字不但易于进行加密、压缩等数值运算，可提高信息的安全与处理速度；而且因为它只有 0 和 1 两种状态，因此抗干扰能力强。

3. 多媒体信息的类型

1) 文本

文本是计算机中基本的信息表示方式，包含了字母、数字及各种专用符号。多媒体系统除了利用字处理软件（如记事本、Word 等）对文本输入、存储、编辑、格式化、输出等功能外，还可应用人工智能技术对文本进行识别、理解、翻译、发音等。

2) 图形

图形一般是指通过绘图软件绘制的由直线、圆、圆弧、任意曲线等组成的画面，图形文件中存放的是描述生成图形的指令（图形的大小、形状及位置等），以矢量图形文件形式存储。计算机辅助设计系统中常用矢量图来描述复杂的机械零件、房屋结构等。

3) 图像

图像是通过扫描仪、数字照相机、摄像机等输入设备捕捉的真实场景的画面，数字化后以位图格式存储。图像可以用图像处理软件（如 Adobe Photoshop 等）进行编辑和处理。

4) 动画

动画是利用了人眼的视觉特性得到的，当一系列形或像的画面按一定的时间在人的视线中经过时，人脑就会产生物体运动的印象。计算机动画通常通过 Flash、3ds Max 等软件制作。这些软件目前已成功地用于网页制作、广告业和影视业、建筑效果图、游戏软件等，尤其是将动画用于电影特技，使电影动画技术与实拍画面相结合，真假难辨，效果明显。

5) 视频

视频图像来自录像带、摄像机、影碟机等视频信号源的影像，是对自然景物的捕捉，数字化后以视频文件格式存储。视频的处理技术如视频信号导入、数字化、压缩/解压缩、视频和音频编辑、特效处理、输出到计算机磁盘及光盘等。视频在多媒体系统中充当了非常重要的角色，在计算机辅助教学中也起到了越来越重要的作用。

6) 音频

音频（Audio）包括话语、音乐及各种动物和自然界（如风、雨、雷等）发出的各种声音。音乐和解说词可使文字和画面更加生动；音频和视频的同步才使视频影像具有真实的效果。计算机中的音频处理技术主要包括声音的采集、数字化、压缩和解压缩、播放等。

4. 多媒体信息处理的关键技术

多媒体信息的处理和应用需要一系列相关技术的支持，以下几个方面的关键技术是多媒体研究的热点，也是未来多媒体技术发展的趋势。

1) 多媒体数据压缩技术

信息时代的重要特征是信息的数字化, 而将多媒体信息中的视频、音频信号数字化后的数据量非常庞大, 给多媒体信息的存储、传输、处理带来了极大的压力。解决这一难题的有效方法是数据压缩编码。因此, 多媒体数据压缩和编码技术是多媒体技术中最为关键的核心技术。采用先进的压缩编码算法对数字化的视频和音频信息进行压缩, 既节省了存储空间, 又提高了通信介质的传输效率, 也使计算机实时处理和播放视频、音频信息成为可能。有关多媒体信息的压缩编码技术在多媒体课程中会有介绍。

2) 多媒体数据存储技术

信息的组织和管理是一个较为复杂的系统, 涉及对信息的输入、编辑、存储、检索、排序、统计、传递和输出等。数字化的多媒体信息虽然经过了压缩处理, 但需要相当大的存储空间, 解决这一问题的关键是数据存储技术。

数字化数据存储的介质有硬盘、磁盘、光盘和磁带等。目前, 在微机上单个硬盘的容量已达到上百吉字节, 可以满足多媒体数据的存储; 在一些大型服务器和视频点播系统中, 使用多台磁盘机或光盘机组成的快速、超大容量外存储器系统来存储大量的多媒体数据。

光盘的发展有力地促进了多媒体技术的发展和應用。目前常用的 CD-ROM 容量为 650MB 左右, 存储容量更大的是 DVD, 其单面单密度容量为 4.7GB, 双面双密度容量可达 17GB。

3) 集成电路制作技术

数字多媒体信息的处理需要大量的计算。例如, 图像的绘制、生成、合并、特殊效果等处理需要大量的计算; 音频、视频信息的压缩、解压缩和播放处理也需要大量的计算。而集成电路制作技术的发展, 使其具有强大数据压缩运算功能的专用大规模集成电路问世。该集成电路能够以一条指令完成以往需要多条指令才能完成的处理, 为多媒体技术的进一步发展创造了有力条件。

例如, 目前使用的可编程数字信号处理器芯片可用于多媒体信息的综合处理, 如图像的特技效果、图形的生成和绘制、提高音频信号处理速度等。

4) 多媒体数据库技术

传统的数据库只能解决数值、字符等结构化数据的存储和检索。多媒体数据库要存储大量的图像、音频、视频等非结构化数据。多媒体数据库需要解决的主要问题如下。

(1) 研究多媒体信息的特征、建立多媒体数据模型。

(2) 有效地组织和管理多媒体信息。

(3) 多媒体信息的检索和统计。

随着多媒体技术的发展, 面向对象技术的成熟及人工智能技术的发展, 多媒体数据库、面向对象的数据库及智能化多媒体数据库的发展越来越迅速, 它们将进一步发展或取代传统的关系数据库, 形成对多媒体数据进行有效管理的新技术。

5) 虚拟现实技术

虚拟现实 (Virtual Reality, VR) 是利用计算机生成一种模拟环境 (如飞机驾驶舱、操作现场等), 通过多种传感设备, 使人能够沉浸在计算机生成的虚拟境界中, 并能够通过语言、手势等自然的方式与之进行实时交互, 创建了一种适人化的多维信息空间。使用者不仅能够通过虚拟现实系统感受到在客观物理世界中经历的“身临其境”逼真性, 还能够突破空间、时间及其他客观限制, 感受到在真实世界中无法亲身经历的体验。

虚拟现实是一项难度很大的综合技术,涉及计算机软、硬件技术、传感技术、人工智能技术及心理学技术等,需要计算机、心理学、人类工程学等专家共同开发研究。虚拟现实涉及的关键技术主要有:大规模数据的场景建模技术;动态实时的立体视觉、听觉等生成技术;三维定位、方向跟踪、触觉反馈等传感技术和设备;符合人类认知心理的三维自然交互技术;三维交互软件及系统集成技术等。

虚拟现实之所以能让用户从主观上有一种进入虚拟世界的感觉,是因为参与者不仅具有参与感,而且具有身临其境的沉浸感,主要采用了一些特殊的输入/输出设备,如跟踪器、数据传输手套、头盔式显示器、大屏幕立体显示系统图

虚拟现实技术的应用前景十分广阔。它始于军事和航空航天领域的需求,在这些领域中仿真和训练特别重要,迫切需要一种逼真的、灵活的、网络化的模拟系统。随着虚拟现实技术的发展,还广泛应用于计算机辅助设计与制造、医学、科学研究和计算的可视化、远程控制、教育、娱乐等领域。专家预测,随着计算机软、硬件技术的发展和价格的下降,预计本世纪虚拟现实技术会进入家庭。

6) 多媒体网络与通信技术

多媒体通信要求能够综合地传输、交换各种信息类型,而不同信息类型又呈现出不同的特征。例如,语音和视频有较强的实时性要求,它容许出现某些字节的错误,但不能容忍任何延迟;而对数据来说,可以容忍延时,但不能有任何错误,即使是一个字节的错误都会改变数据的意义。传统的通信方式不能满足多媒体通信的要求。因此,多媒体通信技术支持是保证多媒体通信实施的条件。

当然,真正解决多媒体通信问题的根本方法是信息高速公路的最终实现。**Internet** 是解决这个问题一个比较完整的方法,它可以传输高保真立体声和高清晰度电视,是多媒体通信的理想环境。

5. 多媒体技术的应用领域

众所周知,多媒体技术的应用领域已遍布到国民经济与社会生活的各个角落,尤其是互联网的迅速兴起,进一步开拓了多媒体应用的领域。下面简述多媒体在一些方面的应用。

1) 多媒体教育

教育领域是应用多媒体技术最早、发展最快、受益面最广的领域。与传统教学相比,多媒体教学不仅丰富多彩、扩大了信息量、提高了知识的趣味性,还可通过各种计算机辅助教学软件(CAI 课件)的运用,呈现教学目标、教学内容、记录学生的学习情况和控制学习进程等,以达到“因材施教”,用“以学生为中心”取代“以教师为中心”等目标。CAI 课件根据具体的教学目标和教学内容,有以下多种教学模式。

(1) 课堂演示型应用在课堂教学中,通过多媒体教学软件,给学生演示教学过程,创设教学情境或进行标准示范等。

(2) 学生自主学习型在多媒体 CAI 网络教室的环境下,教师向学生提出学习要求,学生利用计算机进行个别化自主学习。

(3) 技能训练型通过问题的形式来训练、强化学生某方面的知识和能力;或在学科多媒体专用技能训练的环境下,利用有专门的教学功能的系统进行专业技能的示范和训练,或进行实验仿真及实验数据的分析处理等。

(4) 问题求解型追踪学生思维的智能型教学模式, 在课件的引导下, 通过启发、尝试, 与学生一起进行设计, 掌握某一问题的操作过程。

(5) 教学游戏型基于学科的知识内容, 寓教于乐, 通过游戏的形式, 教会学生掌握学科的知识能力。

(6) 模拟型模拟也称仿真, 即用计算机来模仿真实的自然现象或社会现象。

2) 电子出版物

电子出版物也是多媒体技术最早的应用领域之一。与传统纸质出版物相比, 电子出版物不仅能够存储图像、文字, 还能够存储声音和活动画面, 从而增加人们的学习兴趣, 提高效率。电子出版物的另一个重要特点是其交互性, 即人们在使用电子出版物时要大量进行的人机交流, 这使得人们在学习时有了一定程度的主动性, 并产生一定意义上的参与意识。电子出版物的问世是人类社会进入信息时代的结果和标记。它与信息高速公路一起在很大程度上给人们的生活、工作和学习方式带来了深刻影响。

目前作为电子出版物的载体一般是光盘, 它具有存储量大、使用收藏方便、数据不易丢失等优点。一个容量为 650MB 的光盘, 如用来存储纯文本的信息, 可容纳 600 余本每本约 50 万汉字的书。对于大容量的音、视频文件, 光盘更是首选的载体。

电子出版物从内容上大致分为以下几类。

(1) 教学类服务于各级各类教育的需要, 除制作的 CAI 课件、电子教材和随纸质教材配套的教学光盘外, 还包括多媒体教学中需要的各种音像素材。

(2) 文化类帮助人们开拓视野, 增长知识, 如字典、辞典、百科全书等。

(3) 数据库类多为专业知识或文献、索引等。

此外, 还有游戏类, 供人们休闲娱乐; 旅游类, 使人们足不出户便可游历天下等。

3) 多媒体网络应用

Internet 的兴起与发展, 在很大程度上对多媒体技术的进一步发展起到了促进作用。人们除了通过电子邮件、Web 浏览、文件传输等 Internet 服务传送文字、静态图片媒体信息外, 随着流媒体技术的发展, 还可以通过多媒体网络应用收听、观看动态的音频、视频信息。流媒体是一种可以使音频、视频等多媒体文件在 Internet 上以实时的、无需下载等待的流式传输方式进行播放的技术。

(1) 互联网直播。

互联网直播是将摄像机拍摄的实时视频信息传输到专门的视频直播服务器上, 视频直播服务器对活动现场的实时过程进行视频信息的采集和压缩, 同时通过网络传输到用户的计算机上, 实现现场实况的同步收看, 就像电视台的现场直播一样。每年一度的“春节晚会”就是提供网上现场直播的例子。

互联网直播流媒体技术在互联网直播中充当着重要的角色, 流媒体实现了在低带宽的环境下提供高质量的影音的功能。

(2) 视频点播。

视频点播 (Video On Demand, VOD) 技术最初应用于卡拉 OK 点播, 随着计算机技术的发展, VOD 技术逐渐应用于局域网及有线电视网中, 但由于音频、视频信息容量的庞大, 阻碍了 VOD 技术的发展。而流媒体由于其采用了特殊的压缩编码, 故适合在网上传输。

视频点播服务器中存储的是大量压缩的视频音频库，但不主动传输给任何用户。客户端采用浏览器方式进行“按需点播”收看所需的内容，可控制播放的过程。

(3) 远程教育。

实际上，远程教育一般由两部分组成：实时教学和交互教学，这相当于上述的互联网直播和视频点播。就目前来讲，在互联网上进行多媒体交互教学的技术多为流媒体。

在远程教学过程中，要求将多媒体的信息从教师端传递到远程的学生端，这些信息可能是多元化的，包括视频、音频、图片、文本等。为了在网上实时、快速地传递这些信息，流式媒体是最佳的选择。学生在家通过一条电话线、一个 Modem 即可参与到远程教学中。

教师只要通过摄像头和计算机即可进行授课。除实时教学外，使用流媒体中的 VOD 技术也可以实现交互式教学。

(4) 视频会议系统。

计算机多媒体视频会议系统综合了视频、音频、图像、图形及文字等多种媒体信息的处理和传输，使异地与会者如同面对面坐在一起讨论一样，不仅可以借助多媒体形式充分交流信息、意见、思想、感情，还可以使用计算机提供的信息加工、存储、检索等功能。视频会议最常见的例子是可视电话。只要有一台已接入互联网的计算机和一个摄像头，即可与世界任何地点的人进行音频、视频的通信。此外，大型企业可以利用基于流技术的视频会议系统组织跨地区的会议和讨论，从而节省大量的开支。

1.5.2 多媒体计算机系统

多媒体系统是指能综合处理多种媒体信息，使信息之间能建立联系，并具有交互性的计算机系统。

为促进多媒体计算机的标准化，Microsoft、IBM 等公司组成了多媒体 PC 工作组，先后发布了 4 个 MPC 标准。计算机技术的高速发展，从现在的计算机软、硬件性能来看，已完全超过 MPC 标准的规定，MPC 标准已成为一种历史，但 MPC 标准的制定对多媒体技术的发展和普及起到了重要的推动作用。

多媒体计算机系统一般由多媒体计算机硬件系统和多媒体计算机软件系统组成。它通常应包括 5 个层次结构，如图 1-27 所示。

最底层为多媒体计算机主机（Multimedia PC，MPC）、各种多媒体外部设备的控制接口和设备。

第二层为多媒体操作系统、设备驱动程序。该层软件除驱动、控制多媒体设备外，还要提供输入/输出控制界面程序（I/O 接口程序）。

第三层为多媒体应用程序接口（API），为上层提供软件接口，使程序开发人员能在高层通过软件调用系统功能，并能在应用程序中控制多媒体硬件设备。

第四层是媒体制作平台和媒体制作工具软件。设计者可利用该层提供的接口和工具采集、制作媒体数据。

第五层为多媒体应用系统的运行平台，即多媒体播放系统。该层直接面向用户，通常有较强的交互功能和良好的人机界面。

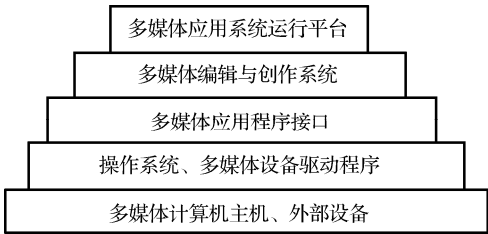


图 1-27 多媒体计算机系统层次结构

构成多媒体硬件系统除了需要较高性能的计算机主机硬件外，通常还需要音频/视频处理设备、光盘驱动器、各种媒体输入/输出设备等。例如，摄像机、电视机、话筒、录像机、录音机、视盘、扫描仪、CD-ROM、高分辨率屏幕、视频卡、声卡、实时压缩和解压缩专用卡、家电控制卡、通信卡、操纵杆、键盘、触摸屏等。

1.5.3 多媒体技术的应用

多媒体技术以计算机技术为核心，依赖计算机高速处理能力和大容量存储功能，将现代声像技术和通信技术融为一体，以追求自然、生动、形象、丰富的接口界面为目标。随着多媒体技术的不断进步和发展，其应用领域已十分广泛，它不仅覆盖了计算机的绝大部分应用领域，还开拓了新的应用领域。例如，教育与训练、演示系统、咨询服务、信息管理、宣传广告、电子出版物、游戏与娱乐、广播电视和通信等领域。

多媒体技术应用于教育领域的成果最多，利用多媒体计算机的文字、音频、图形、图像、视频和动画的综合处理能力和交互式特点创作的计算机辅助教学软件，能创造出图文并茂、绘声绘色、生动逼真的教学环境，提高学习效率，改善学习效果。

多媒体技术应用于服务行业的信息查询、产品广告与演示等领域，能为顾客提供交互式的形象逼真的服务。

多媒体技术应用于家庭，使人们足不出户即可欣赏优美的音乐、观看电视和电影。

多媒体技术与通信技术结合，产生了可视电话、视频会议系统。随着计算机网络技术和多媒体技术的发展，可视电话和视频会议系统的图像和声音质量会不断改善，将为人们提供更全面的信息服务。

利用 CD-ROM 大容量的存储空间与多媒体声像功能的结合可以提供百科全书、旅游指南系统、地图系统等电子工具和电子出版物。多媒体电子邮件、网上购物等都是多媒体技术在信息领域中的应用。

多媒体技术的应用将会渗透到每一个信息领域中，使传统信息领域的面貌发生根本性的变化。

1.6 计算机病毒及其防治

从世界上第一台计算机出现以来，计算机用户一直在为避免数据的丢失、被窃及损坏而不懈努力。随着计算机资源共享和网络技术应用的日益广泛和深入，特别是 Internet 技术的发展，计算机安全问题越来越受到人们重视。其中，严重影响计算机系统安全的问题之一就是计算机病毒的攻击。

1.6.1 计算机病毒基本知识

1. 计算机病毒的定义及特点

1) 计算机病毒的定义

计算机病毒 (Computer Viruses) 概括来讲指的是具有破坏作用的程序或一组计算机指令。在《中华人民共和国计算机信息系统安全保护条例》中的定义是“计算机病毒是指编制或者

在计算机程序中插入的破坏计算机功能或者数据，影响计算机使用并且能够自我复制的一组计算机指令或者程序代码”。

2) 计算机病毒的主要特点

计算机病毒虽然也是一种计算机程序，但它与一般的程序相比，具有以下几个主要的特点。

(1) 破坏性：这是绝大多数病毒最主要的特点，病毒的作者一般将病毒作为破坏他人计算机或计算机中存放的重要的数据和文件的一种工具或者手段，在网络中时会通过病毒阻塞网络，导致网络服务中断甚至整个网络系统瘫痪。

(2) 传染性：计算机病毒一般具有自我复制功能，并能将自身不断复制到其他文件内，达到不断扩散的目的，尤其在网络时代，更是通过 Internet 中网页的浏览和电子邮件的收发而迅速传播。

(3) 隐蔽性：计算机病毒一般不易被人察觉，它们将自身附加在其他可执行的程序体内，或者隐藏在磁盘中较隐蔽处，有些病毒会将自己改名为系统文件名，不通过专门的查杀毒软件一般很难发现它们。

(4) 潜伏性：大多数病毒在发作之前一般潜伏在机器内并不断繁殖自身，当病毒的触发条件满足时病毒会开始其破坏行为，不同的病毒其触发的机制也不同，如“黑色星期五”病毒就是每逢 13 日星期五发作。

(5) 激发性：病毒可以在一定条件下，通过外界的刺激活跃起来。例如，在某个特定时间或日期、特定的用户标识符出现、特定文件被使用时，都可以使病毒体激活并发起攻击。

2. 计算机病毒分类

在 Internet 普及以前，病毒攻击的主要对象是单机环境下的计算机系统，一般通过软盘或光盘来传播，病毒程序大都寄生在文件内，这种传统的单机病毒现在仍然存在并威胁着计算机系统的安全。随着网络的出现和 Internet 的迅速普及，计算机病毒也呈现出新的特点，在网络环境中病毒主要通过计算机网络来传播，病毒程序一般利用了操作系统中存在的漏洞，通过电子邮件附件和恶意网页浏览等方式来传播。病毒可分为传统单机病毒和现代网络病毒两大类。

1) 传统单机病毒

根据病毒寄生方式的不同，可将传统单机病毒分为以下 4 种主要类型。

(1) 引导型病毒：在系统启动、引导或运行的过程中，病毒利用系统扇区及相关功能的疏漏，直接或间接地修改扇区，实现直接或间接地传染、侵害或驻留等作用。石头病毒、小球病毒和磁盘杀手等都属于此类病毒。

(2) 文件型病毒：这种病毒感染可执行文件，使用户无法正常使用该程序或直接破坏系统和数据。黑色星期五、1465、2062、4096 等病毒属于此类病毒。

(3) 宏病毒：宏病毒打破了计算机的非执行文件不会被感染的记录，寄生于 Office 文档代码中，影响文件的各种操作，如打开、存储、关闭或删除等。

(4) 混合型病毒：混合型病毒就是既感染可执行文件又感染磁盘引导记录的病毒，只要中毒，一开机病毒即会发作，然后通过可执行程序感染其他的程序文件。

2) 现代网络病毒

根据网络病毒破坏机制的不同，一般将其分为以下两大类。

(1) 蠕虫病毒：蠕虫病毒以计算机为载体，以网络为攻击对象，利用网络的通信功能将自身不断地从一个结点发送到另一个结点，并且能够自动地启动病毒程序，这样不仅消耗大量的本机资源，还会大量占用网络的带宽，导致整个网络堵塞而使网络服务拒绝，最终造成整个网络系统的瘫痪。例如，“冲击波”病毒利用 Windows 远程过程调用协议 (Remote Process Call, RPC) 存在的系统漏洞，向远端系统上的 RPC 系统服务所监听的端口发送攻击代码，从而达到传播的目的。

(2) 木马病毒：特洛伊木马 (Trojan Horse) 原指古希腊士兵藏在木马内进入敌方城市从而攻占城市的故事。木马病毒是指在正常访问的程序、邮件附件或网页中包含了可以控制用户计算机的程序，这些隐藏的程序非法入侵并监控用户的计算机，窃取用户的账号和密码等机密信息。

木马病毒一般通过电子邮件，即时通信工具（如 MSN 和 QQ 等）和恶意网页等方式感染用户的计算机，多数是利用了操作系统中存在的漏洞。

3. 计算机病毒的传播途径

计算机病毒的传播主要是通过复制文件、传送文件、运行程序等方式进行。而主要的传播途径有以下几种。

1) 硬盘

因为硬盘存储数据多，在其互相借用或维修时，会将病毒传播到其他的硬盘或软盘上。

2) 软盘

软盘主要是携带方便，在网络还不普及时，为了计算机之间互相传递文件，经常使用软盘，这样通过软盘，也会将一台机器上的病毒传播到另一台机器。

3) 光盘

光盘的存储容量大，所以大多数软件刻录在光盘上，以便互相传递；由于各普通用户的经济收入不高，购买正版软件的人就少，一些非法商人将软件放在光盘中，因其只读，所以上面即使有病毒也不能清除，商人在制作过程中难免会将带毒文件刻录在上面。

4) 网络

在计算机日益普及的今天，人们通过计算机网络互相传递文件、信件，这样病毒的传播速度又加快了；因为资源共享，人们经常在网上下载免费、共享软件，病毒也难免会在其中传播。

1.6.2 计算机病毒的传染方式和类型

计算机病毒的主要传染方式有直接和间接两种。

(1) 病毒程序的直接传染方式是由病毒程序 A 将病毒传播给程序 P1, P2, ..., Pn。

(2) 病毒程序的间接传染方式是由病毒程序 A 将病毒传播给程序 P1，染有病毒的程序 P1 再将病毒传播给程序 P2，染有病毒的程序 P2 再将病毒传播给程序 P3，以此继续传播下去。实际上，计算机病毒在计算机系统内往往采用直接和间接两种方式，即纵横交错的方式进行传染的，以令人吃惊的速度进行病毒扩散。

按微型机病毒的入侵途径，可将病毒分为以下几类。

(1) 源码病毒：源码病毒是在源程序被编译之前插入到由高级语言源程序中的病毒。

(2) 入侵病毒：入侵病毒是在程序运行时侵入到现有程序中，实际上把病毒程序的一部分插入到主程序中。

(3) 操作系统病毒：操作系统病毒攻击的目标是计算机操作系统，工作时往往以自己的逻辑功能来替代操作系统的部分功能，可以导致整个系统瘫痪。例如，病毒程序取代磁盘分区表或 BOOT 区的引导程序，在系统的运行过程中不断捕捉控制权，进行病毒的扩散。

(4) 外壳病毒：外壳病毒是将病毒包裹在主程序的周围，尤其是组成 DOS 基本系统的 3 个基本文件等可执行程序文件的周围，但不对源程序做修改，一旦这些程序被执行，病毒即驻留在内存中，随即感染磁盘和其后执行程序。

以上 4 种类型中，目前比较常见的是操作系统病毒和外壳病毒。

1.6.3 计算机病毒的防治

计算机病毒已经泛滥成灾，几乎无孔不入，2004 年年底 BBC 最新公布的计算机病毒的种类已经超过 10 万种，而且新的计算机病毒还在以每年 50% 的速度递增，随着 Internet 的广泛应用，病毒在网络中的传播速度越来越快，其破坏性也越来越强，所以必须了解必要的病毒防治方法和技术手段。

1. 计算机病毒的预防

计算机病毒防治的关键是做好预防工作，首先在思想上给予足够的重视，采取“预防为主，防治结合”的方针，主要有以下几条预防措施。

- (1) 安装实时监控的杀毒软件或防毒卡，定期更新病毒库。
- (2) 经常运行 Windows Update，安装操作系统的补丁程序。
- (3) 安装防火墙工具，设置相应的访问规则，过滤不安全的站点访问。
- (4) 不要随意打开来历不明的电子邮件及附件。
- (5) 不要随意安装来历不明的插件程序。
- (6) 不要随意打开陌生人传来的页面链接，谨防恶意网页中隐藏的木马病毒。
- (7) 不要使用盗版的软件。

2. 计算机病毒的清除

一旦发现计算机出现异常现象，如某些软件不能正常使用，机器速度特别慢，文件被莫名删除等，可以利用一些反病毒公司提供的“免费在线查毒”功能尽快确认计算机系统是否感染了病毒，如有病毒应将其彻底清除。一般有以下几种清除方法。

- (1) 使用杀毒软件。

使用杀毒软件来检测和清除病毒，用户只需按照提示来操作即可，简单方便。常用的杀毒软件网站如下。

- ① 金山毒霸：<http://db.kingsoft.com>。
- ② 瑞星杀毒软件：<http://www.rising.com.cn>。
- ③ 诺顿防毒软件：<http://www.symantec.com>。
- ④ 江民杀毒软件：<http://www.jiangmin.com.cn>。

(2) 使用专杀工具。

现在一些反病毒公司的网站上提供了许多病毒专杀工具，用户可以免费下载这些查杀工具对某个特定病毒进行清除。

(3) 手动清除病毒。

这种方法清除病毒要求操作者对计算机的操作相当熟练，具有一定的计算机专业知识，利用一些工具软件找到感染病毒的文件，手动清除病毒代码。

小 结

本章主要介绍了计算机的发展简史、计算机的特点、计算机的性能指标、计算机的应用领域、计算机的发展趋势及其分类；数制的概念、数制间的转换和常用编码；计算机硬件组成、常见的计算机硬件设备、计算机工作原理；计算机软件的分类；多媒体技术基础；病毒的概念、特点、分类、传播途径及其防治方法。通过本章学习，使大家对计算机有一个初步的认识。

思 考 题

1. 自己使用的计算机由哪些具体部件组成？
2. 计算机是什么？
3. 计算机的特点有哪些？
4. 计算机是如何分类的？
5. 计算机有哪些发展趋势？
6. 计算机的应用领域有哪些？
7. 简述计算机的工作原理。
8. 多媒体的概念是什么？
9. 计算机病毒是什么？
10. 计算机病毒的分类有哪些？
11. 常用信息编码有哪些？
12. 计算机病毒的传播途径有哪些？

第2章 计算思维

大学通识教育是大学人才培养的重要任务，不能局限于基本知识传授，培养学生的理性思维能力、学生对科学精神的追求、学生的高尚人格是通识教育的三大特征。通识教育要同时传递科学精神和人文精神，要展现不同文化、不同学科的思维方式，要充分展现学术的魅力。

计算思维能力培养是大学通识教育的重要组成部分，国家明确定位计算机基础课程是和数学、物理等同地位的基础课程。计算机不仅为不同专业提供了解决专业问题的有效方法和手段，还提供了一种独特的处理问题的思维方式。熟练使用计算机及互联网，为人们终生学习提供了广阔的空间及良好的学习工具与环境。

2.1 问题求解与计算思维

达尔文曾给科学下过一个定义：“科学就是整理事实，从中发现规律，得出结论”。科学一般包含自然科学、社会科学和思维科学。

思维是高级的心理活动形式。人脑对信息的处理包括分析、抽象、综合、概括。

2.1.1 3种思维

一般而言，3种科学对应着3种思维。

1. 理论科学与理论思维

理论思维又称推理思维，以推理和演绎为特征，以数学学科为代表。理论源于数学，理论思维支撑着所有的学科领域。正如数学一样，定义是理论思维的灵魂，定理和证明是它的精髓。公理化方法是最重要的理论思维方法。

科学界一般认为，公理化方法是世界科学技术革命推动的源头。用公理化方法构建的理论体系称为公理系统，如欧氏几何。公理系统需要满足以下3个条件。

（1）无矛盾性。这是公理系统的科学性要求，它不允许在一个公理系统中出现相互矛盾的命题，否则这个公理系统没有任何实际的价值。

（2）独立性。公理系统所有的公理都必须是独立的，即任何一个公理都不能从其他公理推导出来。

（3）完备性。公理系统必须是完备的，即从公理系统出发，能推出（或判定）该领域所有的命题。

以理论为基础的学科主要是指数学，数学是所有学科的基础。

2. 实验科学与实验思维

实验思维又称实证思维，以观察和总结自然规律为特征，以物理学科为代表。与理论思维不同，实验思维往往需要借助于某些特定的设备，并用它们来获取数据以供以后的分析。

实验思维的先驱应当首推意大利著名的物理学家、天文学家和数学家伽利略，他开创了以实验为基础具有严密逻辑理论体系的近代科学，被人们誉为“近代科学之父”。爱因斯坦为之评论说：“伽利略的发现，以及他所用的科学推理方法，是人类思想史上最伟大的成就之一，而且标志着物理学的真正开端。”

一般来说，伽利略的实验思维方法可以分为以下 3 个步骤。

(1) 提取出从现象中获得的直观认识的主要部分，用最简单的数学形式表示出来，以建立量的概念。

(2) 由此式用数学方法导出另一易于实验证实的数量关系。

(3) 通过实验证实这种数量关系。

与理论思维不同，实验思维往往需要借助于某些特定的设备（科学工具），并用它们来获取数据以供以后的分析。例如，伽利略不仅设计和演示了许多实验，还亲自研制出不少技术精湛的实验仪器，如温度计、望远镜、显微镜等。

以实验为基础的学科有物理、化学、地理、天文学、生物学、医学、农业科学、冶金、机械，以及由此派生的众多学科。

3. 计算科学与计算思维

计算思维又称构造思维，以设计和构造为特征，以计算机学科为代表。计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计，以及人类行为理解的包含了计算机科学之广度的一系列思维活动。

为了便于理解，2006 年 3 月，计算思维的倡导者之一，美国亚裔女科学家（原美国卡内基·梅隆大学计算机科学系主任，现任美国国家科学基金计算机与信息科学与工程学部负责人，美国国家科学院计算机科学与通信部主席）周以真（Jeannette M. Wing）教授在给出计算思维总定义的基础上，又对计算思维做了更详细的表述：

(1) 计算思维是通过约简、嵌入、转化和仿真等方法，把一个看来困难的问题重新阐释成一个我们知道问题怎样解决的思维方法。

(2) 计算思维是一种递归思维，是一种并行处理，是一种能把代码译成数据又能把数据译成代码的多维分析推广的类型检查方法。

(3) 计算思维是一种采用抽象和分解来控制庞杂的任务或进行巨大复杂系统设计的方法，是基于关注点分离的方法（SOC 方法）。

(4) 计算思维是一种选择合适的方式陈述一个问题，或对一个问题的相关方面建模使其易于处理的思维方法。

(5) 计算思维是按照预防、保护及通过冗余、容错、纠错的方式，并从最坏情况进行系统恢复的一种思维方法。

(6) 计算思维是利用启发式推理寻求解答，即在不确定情况下的规划、学习和调度的思维方法。

(7) 计算思维是利用海量数据来加快计算，在时间和空间之间，在处理能力和存储容量之间进行折中的思维方法。

计算思维吸取了问题解决所采用的一般数学思维方法，现实世界中巨大复杂系统的设计

与评估的一般工程思维方法，以及复杂性、智能、心理、人类行为的理解等的一般科学思维方法。

计算思维最根本的内容即其本质是抽象（Abstraction）与自动化（Automation）。计算思维中的抽象完全超越物理的时空观，并完全用符号来表示，其中，数字抽象只是其中的一类特例。

与数学和物理科学相比，计算思维中的抽象显得更为丰富，也更为复杂。数学抽象的重大特点是抛开现实事物的物理、化学和生物学等特性，而仅保留其量的关系和空间的形式，而计算思维中的抽象却不仅仅如此。

堆栈（Stack）是计算学科（计算机科学、计算机工程、软件工程、信息系统等相关学科的总称）中常见的一种抽象数据类型，这种数据类型不可能像数学中的整数那样进行简单的相“加”。再如，算法也是一种抽象，不能将两个算法放在一起来实现一个并行算法。同样，程序也是一种抽象，这种抽象也不能随意“组合”。不仅如此，计算思维中的抽象还与其在现实世界中的最终实施有关。因此，不得不考虑问题处理的边界，以及可能产生的错误。在程序的运行中，如果磁盘满、服务没有响应、类型检验错误，甚至出现危及人的生命时，还要知道如何进行处理。

抽象层次是计算思维中的一个重要概念，它使我们可以根据不同的抽象层次，进而有选择地忽视某些细节，最终控制系统的复杂性；在分析问题时代，计算思维要求我们将注意力集中在感兴趣的抽象层次，或其上下层；我们还应当了解各抽象层次之间的关系。

计算思维中的抽象最终是要能够机械地一步步自动执行。为了确保机械的自动化，需要在抽象的过程中进行精确和严格的符号标记和建模，同时要求计算机系统或软件系统生产厂家能够向公众提供各种不同抽象层次之间的翻译工具。

周教授以计算思维是什么，不是什么等形式对计算思维的特征进行了如下总结。

（1）概念化，不是程序化。

计算机科学不是计算机编程。像计算机科学家那样去思维意味着远远不止能为计算机编程，还要求能够在抽象的多个层次上思维。为便于理解周教授的意思，可以更进一步地说，计算机科学不只是关于计算机，就像音乐产业不只是关于麦克风一样。

（2）根本的，不是刻板的技能。

根本技能是指每一个人为了在现代社会中发挥职能所必须掌握的。刻板的技能意味着机械地重复。就时间而言，所有已发生的智力，其过程都是确定的，因此，智力无非也是一种计算，由于智力也是一种计算，那么只要将精力集中在“好的”计算上，即采用计算思维，就能够更好地造福人类。

（3）人的，不是计算机的思维。

计算思维是人类求解问题的一条途径，但决非要使人类像计算机那样思考。计算机枯燥且沉闷，人类聪颖且富有想象力。人类赋予计算机激情。配置了计算设备，我们就能用自己的智慧去解决那些计算时代之前不敢尝试的问题，达到“只有想不到，没有做不到”的境界。计算机赋予人类强大的计算能力，人类应该好好地利用这种力量去解决各种需要大量计算的问题。

（4）是思想，不是人造品。

不只是我们生产的软硬件等人造物将以物理形式到处呈现并时时刻刻触及我们的生活，

更重要的是计算的概念，这种概念被人们用于问题求解、日常生活的管理，以及与他人进行交流和互动。

(5) 数学和工程思维的互补与融合。

计算机科学在本质上源自数学思维，因为像所有的科学一样，它的形式化基础建筑于数学之上。计算机科学又从本质上源自工程思维，因为我们建造的是能够与实际世界互动的系统，基本计算设备的限制迫使计算机科学家必须计算性地思考，而不能只是数学性地思考。构建虚拟世界的自由使我们能够超越物理世界的各种系统。数学和工程思维的互补与融合很好地体现在抽象、理论和设计 3 个学科形态（或过程）上。

(6) 面向所有的人、所有地方。

当计算思维真正融入人类活动的整体以致不再表现为一种显式的哲学的时候，它就将成为现实。就教学而言，计算思维作为一个问题解决的有效工具，应当在所有地方、所有学校的课堂教学中都得到应用。

计算思维不是今天才有的，它早就存在于中国的古代数学之中，中国古代学者认为，当一个问题能够在算盘上解算的时候，这个问题就是可解的，这就是中国的“算法化”思想。吴文俊院士正是在这一基础上围绕几何定理的证明展开了研究，开拓了一个在国际上被称为“吴方法”的新领域——数学的机械化领域，吴文俊为此于 2000 年获得国家首届最高科学技术奖。

2.1.2 3 个过程

人们在计算领域的认识规律，即是从感性认识（抽象）到理性认识（理论），再由理性认识（理论）回到实践（设计）的过程。而人们对客观世界的认识过程是一个不断提出问题和解决问题的过程，这种过程反映的正是抽象、理论和设计 3 个过程之间的相互作用。

【例 1】哥尼斯堡七桥问题。

首先讲述哥尼斯堡七桥问题的来源，对该问题有一个感性认识：哥尼斯堡城是位于普累格河上的一座城市，现在属于俄罗斯加里宁格勒。它包含两个岛屿及连接它们的 7 座桥。普累格河流经城区的这两个岛，岛与河岸之间架有 6 座桥，另一座桥则连接着两个岛，如图 2-1 所示。

岛上有古老的哥尼斯堡大学，有教堂，还有哲学家康德的墓地和塑像，因此城中的居民，尤其是大学生们经常沿河过桥散步。有一天，某个人提出了一个问题：一个散步者能否一次走遍 7 座桥，而且每座桥只许通过一次，最后仍回到起始地点呢？这就是七桥问题，一个著名的图论问题。这个问题提出出来后，很多人去尝试，可没有人能够一次不重复地通过七座桥。这是为什么呢？

这个问题看似简单，然而许多人做过尝试始终没有能找到答案。因此，一群大学生写信给当时年仅 20 岁的大数学家欧拉，请他分析一下。欧拉从千百人次的失败中，以深邃的洞察力猜想，也许根本不可能不重复地一次走遍这七座桥。为了证明这种猜想是正确的，欧拉用简单的几何图形来抽象地表示陆地和桥。他是这样解决问题的：既然陆地是桥梁的连接地点，不妨把图中被河隔开的陆地看做 A 、 B 、 C 、 D 4 个点，7 座桥表示成 7 条连接这 4 个点的线，如图 2-2 所示。

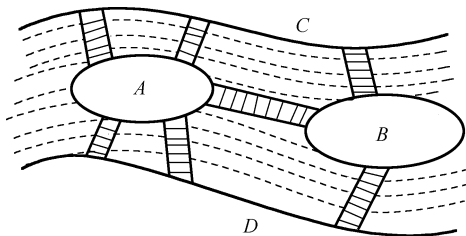


图 2-1 哥尼斯堡七桥示意图

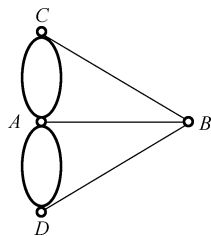


图 2-2 七桥连线简化抽象图

经过悉心研究，欧拉终于在 1736 年发表了论文《哥尼斯堡的七座桥》，不但成功地证明了“七桥问题”无解，而且找到了对于一般图是否存在这类回路的充要条件。后人为了纪念欧拉这位伟大的数学家，便将这类回路称为欧拉回路。

现在通过欧拉的研究将哥尼斯堡七桥问题上升到理性认识。

首先介绍相关概念和定理。设 $G = (V, E)$ 是一个图。

欧拉回路：图 G 中经过每条边一次并且仅一次的回路称为欧拉回路。

欧拉路径：图 G 中经过每条边一次并且仅一次的路径称为欧拉路径。

欧拉图：存在欧拉回路的图称为欧拉图。

半欧拉图：存在欧拉路径但不存在欧拉回路的图称为半欧拉图。

在以下讨论中，假设图 G 不存在孤立点（度为 0 的顶点称为孤立点）；否则，先将所有孤立点从图中删除。显然，这样做并不会影响图 G 中欧拉回路的存在性。

经常需要判定一个图是否为欧拉图（或半欧拉图），并且找出一条欧拉回路（或欧拉路径）。对于无向图有如下结论：

定理 1 无向图 G 为欧拉图，当且仅当 G 为连通图且所有顶点的度为偶数时。

推论 1 无向图 G 为半欧拉图，当且仅当 G 为连通图且除了两个顶点的度为奇数之外，其他所有顶点的度为偶数时。

对于有向图，可以得到类似的结论：

定理 2 有向图 G 为欧拉图，当且仅当 G 的基图（忽略有向图所有边的方向，得到的无向图称为该有向图的基图）连通，且所有顶点的入度等于出度时。

推论 2 有向图 G 为半欧拉图，当且仅当 G 的基图连通，且存在顶点 u 的入度比出度大 1、 v 的入度比出度小 1，其他所有顶点的入度等于出度时。

下面以无向图为例，介绍求欧拉回路的算法。

首先给出以下两个性质：

性质 1 设 C 是欧拉图 G 中的一个简单回路，将 C 中的边从图 G 中删去得到一个新的图 G' ，则 G' 的每一个极大连通子图都有一条欧拉回路。

性质 2 设 C_1 、 C_2 是图 G 的两个没有公共边，但有至少一个公共顶点的简单回路，可以将它们合并成一个新的简单回路 C' 。

由此可以得到以下求欧拉图 G 的欧拉回路的算法（算法即解决问题的方法与步骤，详见 1.3 节）。

第 1 步：在图 G 中任意找一个回路 C 。

第 2 步：将图 G 中属于回路 C 的边删除。

第 3 步：在残留图的各极大连通子图中分别寻找欧拉回路。

第 4 步：将各极大连通子图的欧拉回路合并到 C 中得到图 G 的欧拉回路。

初步了解和掌握了关于欧拉回路的理论之后，可以再由理性认识（理论）回到实践（设计），如中国邮路问题。

题目描述：A 城市的交通系统由若干个路口和街道组成，每条街道都连接着两个路口。所有街道都是双向通行的，且每条街道都有一个长度值。一名邮递员传送报纸和信件，要从邮局出发经过他所管辖的每一条街道最后返回邮局（每条街道可以经过不止一次）。请问他应该如何安排自己的路线，使得走过的总长度最短呢？

完整的算法流程如下。

第 1 步：如果 G 是连通图，转到第 2 步，否则返回无解并结束。

第 2 步：检查 G 中的奇点，构成图 H 的顶点集。

第 3 步：求出 G 中每对奇点之间的最短路径长度，作为图 H 对应顶点间的边权。

第 4 步：对 H 进行最小权匹配。

第 5 步：把最小权匹配里的每一条匹配边代表的路径，加入到图 G 中得到图 G' 。

第 6 步：在 G' 中求欧拉回路，即所求的最优路线。

具体设计实践实例如下。

(1) 假设图 2-3 为城市的交通系统，显然是连通图。

(2) 图 2-3 中的奇点有 4 个（必为奇数），分别是 B 、 D 、 E 、 G ，由这 4 个顶点集构成图 H 。

(3) 求出 G 中每对奇点的最短距离（可以根据 Floyd 算法求解），作为图 H 对应顶点的权值，则图 H 是一个无向完全图，边的权值是两个顶点的最短距离，则可以构成图 2-4。

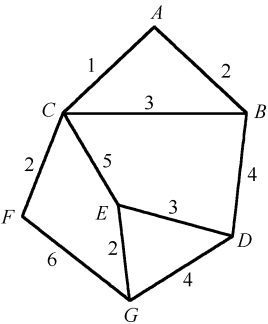


图 2-3 城市交通图

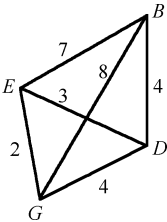


图 2-4 无向完全图

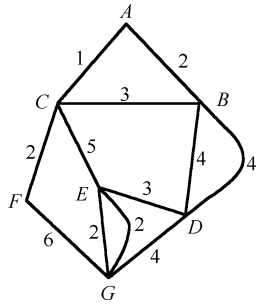


图 2-5 欧拉图

(4) 对 H 进行最小权匹配，这是无向完全图最小权匹配问题。对于一个有 k 个奇点的图，加 $k/2$ 条路径即能使所有顶点度数为 2，这样就构成了一个欧拉图，只需在欧拉图中寻找欧拉回路，这个欧拉回路就是最优路线。本例中有 4 个奇点，只需增加两条边，即可构成欧拉图。由图 H 可知，先选择 $E-G$ 边，再选择 $D-E$ 边，显然此时并没有使所有顶点度数为偶数，同理 $E-G$ 、 $D-G$ 不行，则应选择 $E-G$ 、 $B-D$ 。

(5) 将 $E-G$ 、 $B-D$ 两条边添加到原图 G 中得到图 G' ，则 G' 就是欧拉图，如图 2-5 所示。

(6) 根据欧拉图中求欧拉回路的算法可以求得以下欧拉回路。

$A-C, C-F, F-G, G-E, E-C, C-B, B-D, D-E, E-G, G-D, D-B, B-A$

可以看出重复走了 $E-G$ 和 $D-B$ 。

2.1.3 3 个世界

现实世界：存在于人们头脑之外的客观世界称为现实世界。

信息世界：现实世界在人们头脑中的反映称为信息世界。

机器世界：信息世界的信息以数据形式存储在计算机中称为机器世界。

3 个世界之间的关系如图 2-6 所示。

【例 2】声音的存储。

声音是由物体振动产生的声波，是通过介质（空气或固体、液体）传播并能被人或动物听觉器官所感知的波动现象。最初发出振动的物体称为声源。声音以波的形式振动传播。声波由振荡产生，所以声波是连续的，听到的声音是连续的。这种连续的信号称为模拟信号。但是计算机能处理的只能是数字信号，用计算机如何存储和处理模拟信号的声音呢？

首先，现实世界中的声音是波的一种，那么波长、振幅和频率就构成了描述波的重要属性。

任何波形的运动都可以用两个基本的特征来描述：波长与振幅，如图 2-7 所示。波长指振动的速度，振幅指振动的幅度。具体地说，波长就是相邻的波峰之间的距离，振幅就是从波的基线到波峰之间的高度（或者说是波峰波谷之间的高度的一半）。

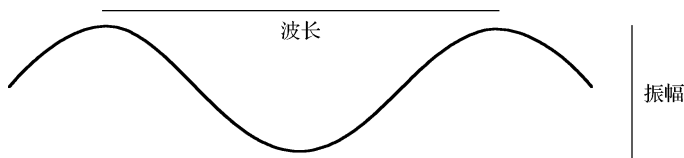


图 2-7 波长与振幅

波的频率是另外一种描述波速的方式，它的值等于波长的倒数（频率=1/波长）。频率不用于测量相邻波峰之间的间隔，频率是用来描述在给定的时间间隔内（通常是 1s）波峰的数量。波的频率如图 2-8 所示。

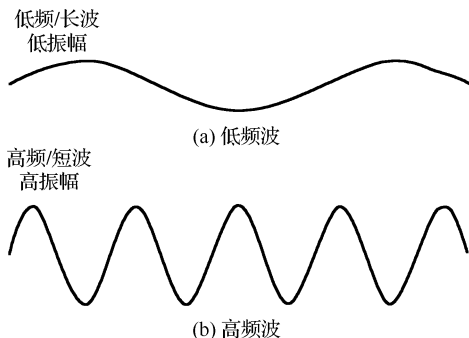


图 2-8 波的频率

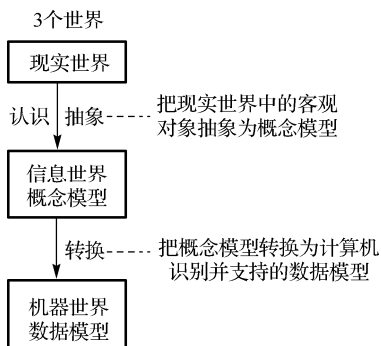


图 2-6 3 个世界

有了上述对声音的了解，可以用一张波形图来描述声音，如图 2-9 所示。

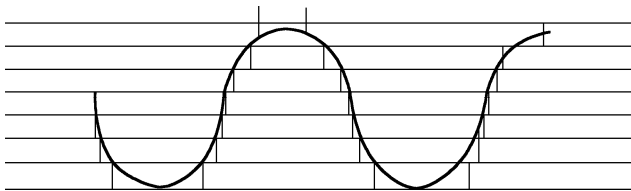


图 2-9 声音波形图

下面对图 2-9 进行采样和量化。

采样过程：按一定的频率，即每隔一小段时间，测得模拟信号的模拟量值。

量化过程：通过采样时测到的模拟电压值，进行分级量化，按整个电压变化的最大幅度划分成几个区段，把落在某区段的采样到的样品值归成一类，并给出相应的量化值。假设有 n 个量化级，每个量化级用一个长度为 b 比特的二进制数字表示，于是 $n=2^b$ 。量化之后，采样值用一个与它所处量化级相对应的码字来表示，而波形的数字处理通过对码字的处理来完成。例如，图 2-10 中前 3 个采样值可以用二进制序列 100110111 表示。

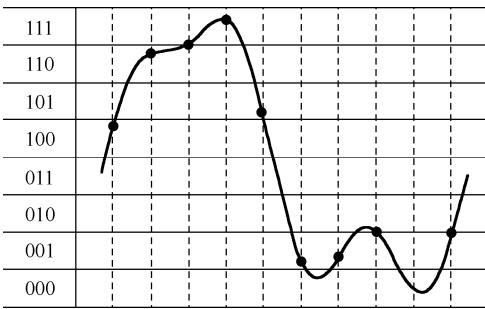


图 2-10 波形图采样量化

这样即可对声音在信息世界中建立一个模型，即可将图 2-10 转换成图 2-11，

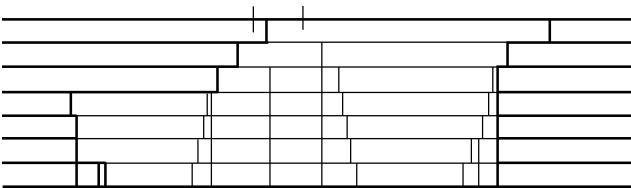


图 2-11 声音建模

最后将连续的模拟波形转换为一系列离散的数值并转化成二进制存储在机器世界中，如图 2-12 所示。

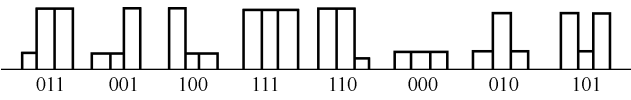


图 2-12 离散取值

上述从现实世界到信息世界再到机器世界的过程使得我们可以深刻理解如下 3 个概念。
模拟信号：时间和幅度都连续的信号。

采样数据信号：对模拟信号采样，采样结果是产生幅度连续而时间离散的信号。

数字信号：通过将时间采样值编码到一个有限的数值集合，可由采样数据信号得到数字信号。

2.2 自动化

自动化（Automation）是指机器设备、系统或过程（生产、管理过程）在没有人或较少人的直接参与下，按照人的要求，经过自动检测、信息处理、分析判断、操纵控制，实现预期的目标的过程。自动化技术广泛用于工业、农业、军事、科学研究、交通运输、商业、医疗、服务和家庭等方面。采用自动化技术不仅可以把人从繁重的体力劳动、部分脑力劳动以及恶劣、危险的工作环境中解放出来，还能扩展人的器官功能，极大地提高劳动生产率，增强人类认识世界和改造世界的能力。因此，自动化是工业、农业、国防和科学技术现代化的重要条件和显著标志。

2.2.1 自动化概念

自动化是利用机器、设备或装置代替人或帮助人自动地完成某个任务或实现某个过程。

自动化是在没有人的直接参与下，利用各种技术手段，通过自动检测、信息处理、分析判断、操纵控制，使机器、设备等按照预定的规律自动运行，实现预期的目标，或使生产过程、管理过程、设计过程等按照人的要求高效自动地完成。

例如，空调——自动调节房间温度。以取暖为例，空调通过温度传感器检测房间的温度高低，空调控制器将检测的温度与设定值进行比较，若温度低于设定值的下限，则使压缩机运行，温度上升，温度上升到设定值的上限时停止运行。

空调运行基于反馈信息（温度测量值），属于“反馈控制”，最为常见。

又如，全自动洗衣机——自动洗衣。按照设定的程序自动完成洗衣任务。这是另一种典型的自动化工作方式——程序控制。

高档的洗衣机还能检测出洗衣量的多少、脏的程度、衣料的质地等，并根据这些信息自动进行分析计算，决定洗涤剂用量、水位高低、洗衣强度和洗衣时间等，从而实现“智能型”的全自动洗衣。

再如，计算机辅助设计。综合运用计算机软、硬件及网络来实现产品设计过程的自动化。

设计者只要输入相关数据（如产品的规格、功能、要求等），计算机就能完全自动地进行分析、计算和设计，并自动输出设计的结果。

CAD 广泛应用于服装、纺织、建筑、汽车、机械、造船、电子、航空航天等。

广义的 CAD 还包括虚拟装配、计算机辅助制造、产品数据管理等内容。

2.2.2 自动化的作用

（1）自动化使我们的生活与工作更加方便、高效、省心、省力。

（2）自动化使生产过程的效率更高、成本更低、产品质量更好、竞争力更强、对环境的影响和冲击更小，并显著地降低能源和原材料消耗。

（3）自动化使我们能够做很多以前无法做的事情，如通过载人航天器翱翔太空，借助

无人潜水器探测深海，利用机器人处理危险品、爆炸物、核废料，利用人造卫星实现全球通信等。

(4) 机器延伸了人的四肢，计算机延伸了人的大脑，传感器及检测技术延伸了人的感官，通信技术延伸了人的神经传导和信息传递功能，而自动化则全面提升、取代和扩展了人的功能。

(5) 早期的自动化使人类从体力上获得了解放，现代的自动化则已发展为综合自动化，可以自动完成分析、设计、计算、优化、协调、决策等，从而使人不仅从体力上，也从脑力上获得了很大程度的解放。

(6) 自动化广泛应用于工业、农业、交通、国防、商业、医疗、航空航天、服务和家庭等各个领域。

① 工厂自动化。

工厂自动化包括生产设备、生产线、生产过程、管理过程等的自动化。

通常由数控机床、数控加工中心、工业机器人、自动传送线、无人运输车、自动化仓库及计算机监控中心等构成自动化生产线或自动化工厂。

管理过程自动化一般包含一个网络化的计算机信息管理系统，可实现全厂生产、财务、人事、技术与设备等的自动化管理。

② 办公自动化。

办公自动化（Office Automation, OA），利用计算机、扫描仪、复印机、传真机、电话机、网络设备、配套软件等各种现代化办公设备和先进的通信技术，高效率地从事办公业务，广泛、全面、迅速地收集、整理、加工、存储和使用各种信息，为科学管理和决策服务。

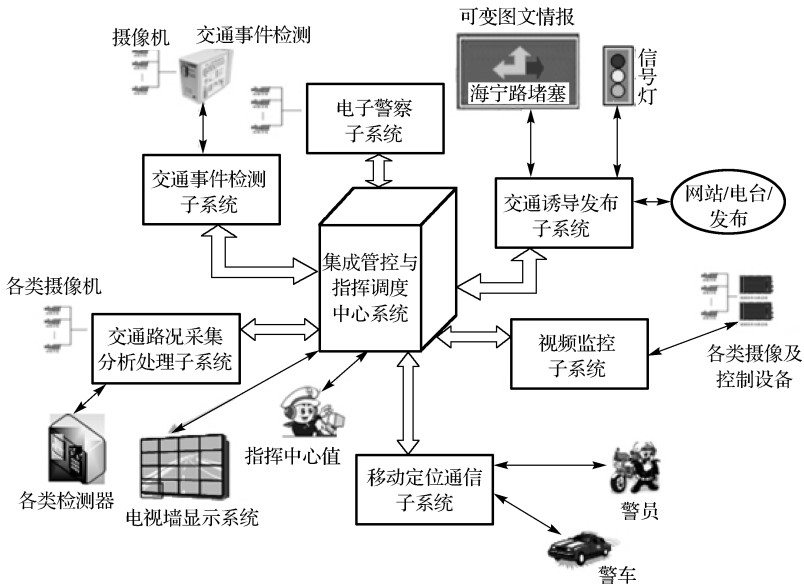


图 2-13 交通自动化示意图

- 事务级 OA，包括文字处理、电子排版、电子表格处理、文件收发登录、电子文档管理、办公日程管理、人事管理、财务统计、报表处理等。
- 信息管理级 OA，在事务级 OA 的基础上，利用数据库技术进行信息管理，如各种政务信息的管理，企业对经营计划、市场动态、供销业务、库存统计等信息的管理等。

- 决策支持型 OA，在信息管理级 OA 的基础上，利用数据库提供的信息，由计算机执行决策程序，进行综合分析、做出相应的决策。

③ 交通自动化。

交通自动化，综合运用计算机、通信、检测、自动控制等先进技术，以实现对交通运输系统的自动化管理和控制。其目标是安全、快捷、舒适、准点和经济，主要内容有交通状况的监控与管理、交通信息的提供与服务、运输系统的最优化运行与控制等。交通自动化正在走向智能化、信息化和综合自动化，如红绿灯自动优化配时、全球卫星定位系统、地理信息系统及综合监控系统等正迅速推广普及。

2.2.3 自动化与信息技术

1. 信息技术

信息技术（Information Technology, IT）是指对信息的获取、传输、存储、处理和应用的技術。

信息技术的基础是微电子技术，核心包括检测技术（信息的获取）、通信技术（信息的传输）、计算机技术（信息的存储和处理）、自动控制技术（信息的应用）等。此外，还有图形图像的处理和识别技术，对各种信号进行分解、变换及滤波的技术等。

2. 自动化技术与信息技术的关系

自动化系统一般包含信号检测、传输、处理和环节，现代自动化系统大多采用计算机，因此自动化技术涉及了信息技术的全部，信息技术的发展会直接推动自动化技术。

自动化技术在很大程度上属于信息技术，但又拥有鲜明的个性和特色，其重点在于信息的应用，即如何利用信息去实现有目的的行为，其核心是分析、决策和控制，而信息的获取、传输和处理则只是实现目标的手段。

就信息技术本身而言，其各个环节都涉及自动化技术，如计算机的运算过程、其内部多种硬件的控制、计算机通信网络的建模与调控、网络流量的控制、网络服务的质量控制、通信卫星的控制、各种仪器仪表的控制等。

信息技术离不开自动化技术的支持，自动化技术的发展同样会推动信息技术；自动化技术与信息技术的关系是“你中有我，我中有你”，相辅相成，相互推动，同时又有各自的特色、要达成的目标及要完成的任务。

3. 信息化

“信息化”是指在社会各领域普遍采用现代信息技术，更有效地开发和利用信息资源，从而大幅度提高社会的工作效率、生产力和生活质量，推动经济发展和社会进步。

信息化的基础是信息技术和信息资源，核心是信息资源的开发和利用；信息化的发展也经历了计算机化或数字化、网络化、智能化和集成化几个阶段。

4. 自动化与信息化的关系

“自动化”与“信息化”都紧密依托于计算机、通信、控制、检测等信息技术，都广泛应用于各行各业，但两者的出发点和目的不同。

自动化的基础是信息，核心是控制，立足于系统。

自动化主要针对机器设备的自动运行，重在如何运用“信息”来进行“控制”与“优化”；信息化则主要针对信息本身的获取、传输和处理，重点是信息资源的开发利用、信息科技的推广普及和产业化等。

21 世纪是数字化、信息化的时代，而自动化是信息化的重要组成部分，也是实现信息化必不可少的载体；信息化同时也是实现自动化的基础，信息化同样会促进自动化。两者交叉融合、互为依托、相互促进；当今的信息家电、智能家居、智能建筑、智能交通、电子商务、数字电力、数字城市、数字地球等都是信息化与自动化的有机结合。

没有自动化，就没有信息化，也没有现代化。

2.3 程序基础

程序是为了让计算机解决某个（或某些）问题，依照计算机能识别的语言编写的语句序列。算法是一个程序的灵魂，是在有限步骤内求解某一问题所使用的一组定义明确的规则。

2.3.1 计算机世界中的数据

在计算机世界中，数据是描述客观事物的符号，是计算机中可以操作的对象，是能被计算机识别、存储并能被计算机程序处理的符号集合。计算机中的数据不仅包括整型、实型等常见的数值型数据，还包括字符、字符串、图形、图像、声音、视频等非数值型数据。打开一个内容丰富、色彩绚丽的网站，几乎可以看到计算机世界中的各种类型的数据。

初学者难免感到疑惑，为什么把字符、字符串、图形、图像、声音和视频等称为数据？它们不可能是数字啊！是的，之前也许我们没有接触过，但它们确实是计算机世界中的数据。也就是说，计算机世界中的“数据”比日常生活中接触到的数据要丰富得多。事实上，在计算机世界里，对于整型、实型等数值数据，可以进行数值计算；对于字符型数据，则需要做非数值处理；对于声音、图形、图像、视频等数据，可以通过编码等手段使之变为字符数据来处理，如 2.1.3 节中所讲的将声音转换为数字信号，即计算机可以识别、存储和处理的数据。

这里必须明确“数据”的两个基本要素，一是可以通过某种手段输入到计算机之中；二是能被计算机存储和处理。

2.3.2 C 语言的数据类型

C 语言有丰富的数据类型，如图 2-14 所示。

数据类型是一个非常重要的概念，如果利用 C/C++、Java 等语言编写程序，以实际问题，则必须对数据类型有一个非常清晰的理解。

下面来看看数据类型的本质。

（1）类型确定了值的范围。不同类型有不同的取值范围，如整型（int）的取值范围是 $-32768 \sim +32767$ ，字符型（char）的取值范围是 $-128 \sim +127$ 。类型确定了值的操作。超出了指定的范围，计算就会出现溢出。为了满足实际需要，还可以利用 signed、unsigned、long、short 等类型修饰符来改变数据的取值范围。其中，signed 表示有符号数，unsigned 表示无符号数，long 表示长整型，short 表示短整型。这 4 种修饰符都适用于整型和字符型，只有 long 还适用于双精度浮点型。另外，数据类型规定的存储空间都是按字节计算的，其占用的

字节数会根据机器字长（语言编译器）的不同而有所变化。也就是说，变量所占据空间的大小与所使用的软、硬件系统有关，不同的系统有所不同。

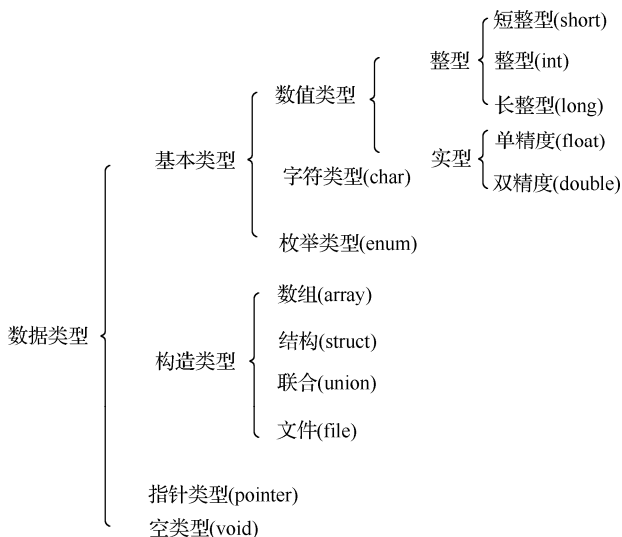


图 2-14 C 语言的数据类型

(2) 类型确定了值的操作，不同类型有不同的操作。例如，整型有取余运算符（%），而实型没有。即使是同一种操作也有不同的内涵。一个非常典型的例子就是“1+2”和“1.0+2.0”及“1+2.0”，这 3 个表达式虽然都是加法运算，但其内涵不同，甚至相差很远。“1+2”最简单，就是对应的二进制相加；“1.0+2.0”要经过对阶、尾数相加、规格化 3 个步骤；而“1+2.0”就复杂了，首先需要类型转换，然后进行对阶、尾数相加、规格化。

(3) 类型决定了值的存储空间的大小。任何一个数据只要输入到计算机之中，就要到内存空间中找个“地方”保存起来，保存数据的“地方”就是它的存储空间。不同类型的数据所占的存储空间的大小是不一样的，如整型数据值通常占 2 字节，字符数据占 1 字节，单精度实型数据占 4 字节，双精度实型占 8 字节等。

(4) 类型决定了值的存储方式。不同类型的数据在内存中的存储方式是很不一样的，就像整型与实型值的存储方式，它们是截然不同的，下面用一个简单的例子来说明它们之间的区别，同样是数 12，整型和实型的二进制存储方式如下。

整形数据：0000 0000 0000 1100 (2 字节)

实型数据：0100 0001 0100 0000 0000 0000 0000 0000 [IEEE (14) 标准]

以上二进制存储方式只是让大家了解，只要知道它们确实不一样即可，至于为什么这样先不深究，可以参考有关资料。

在程序设计语言中引入“数据类型”的概念有什么好处？

(1) 数据类型有助于程序设计的简明性和数据的可靠性。引入数据类型明确了变量的取值范围和其上允许进行的基本操作，可以防止许多错误的发生。编译系统只要通过一些简单的静态类型检查，就可以发现程序中大部分与数据类型有关的错误，有利于程序员编写程序、理解程序及调试程序，也有利于程序的验证，以保证程序的正确性。

(2) 数据类型有助于数据的存储管理。数据在计算机内部存放时，不同类型的数据所占

据的存储单元的个数是不同的。在程序设计中，如果对需要处理的数据实现进行了类型定义，那么，当程序装入计算机系统时，数据按不同的类型分配相应的存储空间，有利于节约计算机系统的宝贵存储空间。

(3) 数据类型有利于提高程序的运行效率。程序在编译时，将对数据的类型信息和操作进行检查，可以有效地避免程序在运行时操作越界和类型错误等大量的检查工作，提高了程序的整体运行效率。

2.3.3 程序设计中变量的含义

我们很早就开始接触变量，在数学、物理等课程中，变量代表其值在一定的条件下会发生变化，通常用一个英文字母来表示。例如，设 t 为环境温度， r 为环境湿度等。显然， t 和 r 会随着时间的、地点的变化而变化。

程序设计中也有“变量”，也表示某个变化的值。但与数学、物理中讨论的变量不太一样，或者说有本质的区别。例如，经常在程序中看到类似这样的语句“ $x=x+10$ ”，这在数学中不管变量 x 取什么样的值都是不太可能成立的。但在程序中，“ $=$ ”代表的不是“等于”，而是“赋值”。

在程序的运行过程中，其值可以发生改变的量称为变量。一个变量必须有一个名称，在内存中占据一定的存储单元，在该存储单元中存放该变量的值。

变量代表内存中具有特定属性的一个存储单元，它用来存放数据，这就是变量的值，在程序运行期间，这些值是可以改变的。

变量名实际上是一个名称，用来对应内存中的一个地址，在对程序编译链接时由编译系统给每一个变量名分配对应的内存地址。从变量中取值，实际上是通过变量名找到相应的内存地址，从该存储单元中读取数据。

读者一定要注意区分变量名、变量值及变量在内存中的存储单元这 3 个不同的概念，三者之间的关系如图 2-15 所示。

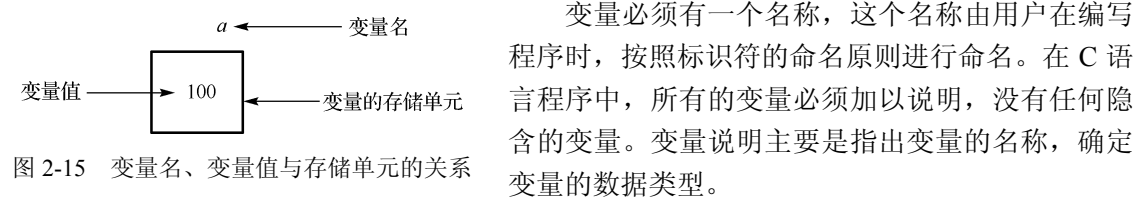


图 2-15 变量名、变量值与存储单元的关系

在 C 语言程序中，变量必须“先定义，后使用”。

1. 变量的定义

变量定义的一般形式如下。

类型标识符 变量名 1[, 变量名 2...];

其中，方括号[]内的为可选项。类型标识符是指各种数据类型的标识符，既可以是基本类型，又可以是复杂类型。基本类型可以直接使用基本类型标识符来进行定义，如果是复杂类型，则用它来定义具体变量之前，先要定义相应的复杂数据类型的名称，再用该名称来定义变量。类型标识符决定了变量的属性，变量的属性有 3 方面的内容，变量的取值范围、变量所占存储单元的字节数、所能施加于该变量的操作类型。

变量名 1、变量名 2 等是用户为自己的程序中出现各个变量所取的名称。

用户在一条语句中可以为属于同一种数据类型的多个变量进行定义，但不同类型的变量必须在不同的语句中分开定义。例如：

```
int i,j,k;           /*定义了3个整型变量 i, j, k*/
float x,y;           /*定义了两个单精度型变量 x, y*/
char ch1,ch2;        /*定义了两个字符型变量 ch1, ch2*/
```

2. 变量的值

变量经过定义后就具有了相应的属性，但还没有具体的值。在用变量进行各种运算来实现程序设计的目的之前，变量必须有确定的值。如果没有给变量赋过值而使用变量来进行操作，则系统会将一个随机值赋给变量，这样很容易引起错误。

变量获得一个确定的值，一般有如下 3 种方式。

1) 变量的初始化

在定义变量时给变量赋一个值。例如：

```
int i=1,j=1,k=0;
float x=2.4,y;
char ch1='A',ch2;
```

在定义变量 i、j、k、x、ch1 的时候就给它们赋了值，使它们分别等于“1”“1”“0”“2.4”“A”，在对变量进行初始化时，可以只给部分变量赋值，而其他的变量用其他方式来获得值，如上面的 y、ch2 没有进行初始化。

2) 变量赋值

可以在使用变量之前，用赋值运算符“=”对变量进行赋值。例如，有上面的定义之后，便可以用下面的方式对 y、ch2 进行赋值。

```
y=4.75;  ch2='B';
```

通过这两条语句，使 y、ch2 有了确定的值。

3) 利用各种输入函数来输入变量的值

例如：

```
int n;
scanf("%d",&n);
```

scanf 是一个标准输入函数，详细介绍在后面章节中。

用这种方式，n 值的获得是在程序的运行过程中，由外界根据需要进行输入的，程序每次运行时，可以输入不同的值给 n，使程序每次运行的时候处理的对象发生变化。

也可以只调用一次 scanf 函数来输入多个值给多个变量，例如：

```
scanf("%d%d%f%c",&i,&j,&x,&ch1);
```

这时，可以一次性地将 4 个值输入，分别赋值给 i、j、x、ch1 4 个变量。

在 C 语言中，要求对所有用到的变量做强定义，也就是“先定义，后使用”，这样做的目的如下。

(1) 每一个变量被指定为一个确定的类型，在编译时即能为其分配相应的存储单元。如指定 a、b 为 int 型，则编译系统为 a 和 b 各分配两个字节，并按整数方式存储数据。

(2) 指定每一个变量属于一个类型，这便于在编译时，据此检查该变量所进行的运算是否合法。例如，整型变量 a 和 b，可以进行求余运算 a%b，得到 a/b 的余数。而如果将 a、b 指定为实型变量，则不允许进行求余运算，在编译时会给出相关错误信息。

(3) 凡未被事先定义的，不作为变量名，这就保证了程序中变量名使用的正确性。例如，如果在定义部分写为

```
int student;
```

而在执行语句中错写为 Statent，如

```
Statent=30;
```

则在编译时检查出 Statent 未被定义，不能作为变量名，会给出错误的提示信息，便于用户发现错误，改正错误。

2.3.4 程序的基本控制结构

理论上已经证明：任何可计算问题的求解程序都可以用顺序、条件和循环这 3 种控制结构来描述。这也是结构化程序设计的理论基础。也有其他的控制结构，如 goto 语句，但原则上不推荐使用，尽管一些计算机语言中至今仍然保留了此语句。下面详细介绍这 3 种基本的控制结构。

1. 顺序结构

顺序结构是一种线性的、有序的结构，让计算机按先后顺序依次执行各语句，直到所有的语句执行完为止。

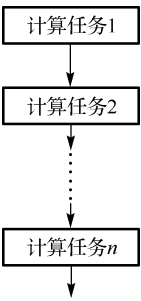


图 2-16 顺序结构

通常，一个复杂的计算机任务不可能只用一个语句就能表达清楚，这需要将计算机任务进行分解，即把大的计算机任务分解成若干个小的计算机任务，直至每一个小的计算机任务可以用一个语句来表达。如图 2-16 所示为一个顺序控制结构。

如果每一个计算机任务用一个 s 来表示，则这样的顺序结构可用下面的有序表来表示 (S1, S2, S3, ..., Sn)。这样的顺序控制结构生活中到处都有。例如，召开一个大型的会议，会议的组织者事先安排好了会议的程序；会议的第一项议程，唱国歌；第二项议程，介绍出席大会的领导和嘉宾；第三项议程……，召开会议的时候，如果没有什么特殊的情况，可按会议的议程来逐项完成，直至会议结束。这就是一个典型的顺序控制结构。

【例 3】 交换两个变量 x 和 y 的值。可把这项任务分解为如下 3 项基本的子任务。

- (1) 将变量 x 的值保存在临时变量 temp 中。
- (2) 将变量 y 的值放到变量 x 中。
- (3) 将临时变量 temp 中的值转存到变量 y 中。

至此，两个变量 x 和 y 的值即可交换过来。

下面给出两个变量的交换程序。

```
temp=x;
x=y;
y=temp;
```

尽管大家还没有学习设计程序，但这个例子应该是不难理解的。例如，你有一瓶红墨水，一瓶黑墨水，现在你想把这两瓶墨水交换一下，即把红墨水倒进黑墨水的瓶子里，把黑墨水倒进红墨水的瓶子里。可以另外找一个空瓶子，先把红墨水倒进空瓶子，再把黑墨水倒进原来装红墨水的瓶子里，最后把原来空瓶子里的红墨水倒进原来装黑墨水的瓶子里。至此，事情就完成了。上述两个变量的交换原理是同样的道理。临时变量 **temp** 就是原来找来倒墨水的空瓶子。可见，计算思维与生活是相通的。

需要特别说明的是，在顺序结构中，某个计算任务被另一个顺序控制结构代替后，得到的结构仍然是顺序结构。

2. 选择结构

选择结构是根据条件成立与否有选择地执行某个计算任务。这样的控制结构生活中到处都是。例如，家长对你说，如果明天下雨，你就乘公交车去上学，否则就骑自行车上学。对于你来说，明天要么乘公交车去学校，要么骑自行车去学校。根据天气情况，二者必选其一，也只能选其一。条件选择结构可用图 2-17 表示，模式 B 为模式 A 的特例。

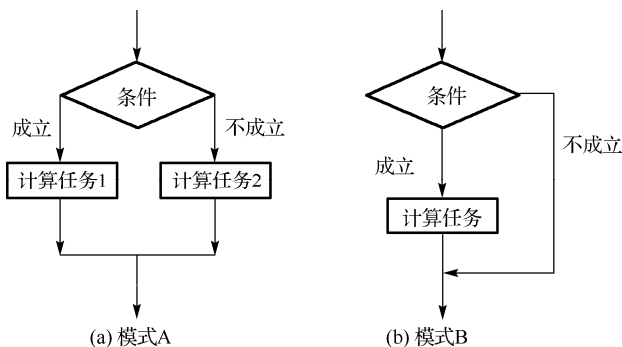


图 2-17 选择结构

下面通过一个简单的实例帮助学生理解选择结构。

【例 4】大家都坐过出租车，请描述出租车计价器的工作方法。

计价器：起步价 2km 以内 5 元，超出 2km 外，每 km 1.4 元。

能否编一个计价器程序呢？当给它一个路程值时，使它自动算出车费。建立问题模型，分析出解决问题的策略（结合已学过的数学知识，可以写出下面的分段函数解析式）。

$$y = \begin{cases} 5 & x \leq 2 \\ 1.4 \times (x - 2) + 5 & x > 2 \end{cases}$$

要解决以上这个问题，程序应有以下的功能。

输入一个数，

若该数小于等于 2，则输出车费 5 元；

若该数大于 2，则车费按 $1.4 \times (x - 2) + 5$ 计算再输出。

将上述解决问题的方法转换为 C 语言，代码如下。

```
printf("请输入路程值: ");
scanf("%lf",&s);
if(s>=0&&s<=2) pay=5;
else pay=1.4*(s-2)+5;
printf("车费为%lf",pay);
```

3. 循环结构

循环结构能控制一个计算机任务重复执行多次，直到满足某一个条件为止。程序设计语言对于循环结构一般提供了 3 种语句，如 C 语言有 while 循环语句、for 循环语句和 do...while 循环语句。通过进一步的学习，大家可以知道这 3 种看似不同的循环语句，其实可以相互转换。换句话说，只要一种循环即可解决问题（为什么设置 3 种语句呢？答案是为了程序设计更方便）。因此，这里只讨论一种循环语句。以 while 循环为例：首先判断条件，当条件成立

的时候，执行一次循环体，即完成一次计算任务；然后判断条件，如果条件还成立，则再执行一次循环体……如此循环下去，直到条件不成立为止，如图 2-18 所示。

循环结构是非常有用的，现实生活中也有很多这样的例子。例如，每学期开学前，同学们都可以拿到一张课表，课表上详细安排了周一到周五的教学任务。从第一周开始，每天按课表上的安排上课；第一周结束后，第二周又重复一次课表上的教学安排……如此重复课表上的教学任务，直到学期结束。这就是一个典型的循环控制过程，类似的例子还很多，大家可以自己列举一些。

现代程序设计思想要求任何一个程序可以也只会以 3 种基本结构，即顺序结构、选择结构、循环结构，经过嵌套和组合而成。

2.4 算 法 基 础

学习计算机语言的目的是编写程序解决问题。著名的瑞士计算机科学家，Pascal 语言的发明者 Niklaus Wirth 教授提出了著名的定义程序的公式：

程序=数据结构+算法

这个公式的重要性在于它说明了程序与算法的关系。在程序设计中，不可避免地需要涉及算法。有人这样说过：“计算机科学是研究算法的科学”，足见算法在程序设计中的重要性。

2.4.1 算法定义

算法是对特定问题求解步骤的一种描述，是指令的有限序列。

早在公元前 300 年左右出现的著名的欧几里得算法就描述了求解两个整数的最大公因子的解题步骤。要求解的问题描述为“给定两个正整数 m 和 n ，求它们的最大公因子，即能同时整除 m 和 n 的最大整数”。欧几里得当时给出的算法如下。

- (1) 以 n 除 m ，并令所得余数为 r （必有 $r < n$ ）。
- (2) 若 $r = 0$ ，输出结果 n ，算法结束；否则继续步骤（3）。
- (3) 令 $m = n$ 和 $n = r$ ，返回步骤（1）继续进行。

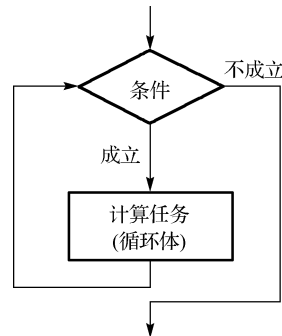


图 2-18 循环结构

由此,可以得出这样的结论:算法就是求解问题的方法和步骤。这里的方法和步骤是一组严格定义了运算顺序的规则;每一个规则都是有效的,且是明确的;按此顺序将在有限次数下终止。

有关算法一词的定义不少,但其内涵基本上是一致的。最为著名的定义是计算机科学家 D. E. Knuth 在其巨著《计算机程序的艺术》第一卷中所做的有关描述。其非形式化的定义如下。

一个算法,就是一个有穷规则的集合,其中的规则定义了一个解决某一特定类型问题的运算序列。

算法的形式化定义如下所述。

算法是一个四元组,即 (Q, I, Ω, F) 。

其中, Q 是一个包含子集 I 和 Ω 的集合,它表示计算的状态; I 表示计算的输入集合; Ω 表示计算的输出集合; F 表示计算的规则,它由 Q 至它自身的函数组成,且具有自反性,即对任何一个元素 $q \in Q$, 有 $F(q)=q$ 。

2.4.2 算法性质

一个算法具有下列 5 个重要特性。

(1) 输入。一个算法必须有 0 个或多个输入。它们是算法开始运算前给算法提供的数据。这些输入取自于特定的对象的集合。它们可以使用输入语句由外部提供,也可以使用置初值语句或赋值语句在算法内给定。

(2) 输出。一个算法至少有一个或多个输出,这些输出是同输入有着某种特定关系的数据,是在特定输入情况下算法计算的结果。用户设计程序是用来解决某一特定问题的,一个没有任何结果的程序对用户而言是没有用处的,有计算结果但用户无法知道,这样的程序也是没有用处的。

(3) 确定性。算法中每一条指令都必须有确切的含义,读者理解时不会产生二义性。对于每一种情况,需要执行的动作都应严格地、清晰地规定,对于相同的输入只能得出相同的输出。

(4) 有穷性。一个算法必须总是(对任何合法的输入值)在执行有穷步之后结束,且每一步都可在有穷时间内完成。在此,有穷的概念不是纯数学的,而在实际上是合理的、可接受的。

(5) 可行性。一个算法是可行的,即算法中描述的操作都是可以通过已经实现的基本运算执行有限次来实现的。算法不能执行是不允许的,如“计算 $X/0$ ”是不允许的。

程序是算法使用某种程序设计语言的具体实现。

算法和程序不同,程序可以不满足上述的特性(4)。例如,一个操作系统在用户未使用前一直处于“等待”的循环中,直到出现新的用户事件为止。这样的系统可以无休止地运行,直到关机或系统因故障停止工作,所以操作系统不是算法。

在程序设计语言中,与算法密切相关的便是语句。对程序设计而言,算法的确定即如何合理安排这些语句以完成人们要求的特定功能。

2.4.3 算法的描述方法

算法是描述某一问题求解的有限步骤。设计一个算法,或者描述一个算法,最终是由程序设计语言来实现的。但算法与程序设计是有区别的。算法是考虑实现某一问题求解的方法

和步骤，是解决问题的框架流程，是脱离于具体的程序设计语言的；而程序设计则是根据这一求解的框架流程进行语言细化，实现这一问题求解的具体过程，在实现的过程中要借助于某一种具体的程序设计语言。一般来讲，要写程序，应先写算法，只有给出了详尽、有效、正确的算法，才能转化为正确的程序，规范的算法描述也是程序员之间交流的有效途径。

常用的算法描述方法有自然语言、伪代码、图形（流程图、盒图、问题 PAD 图）、计算机程序设计语言等。

1. 自然语言表示

自然语言即人们日常使用的语言，如汉语、英语、日语、法语、德语等。自然语言是人们在设计算法过程中的最初形式，任何一个问题的求解过程和步骤首先在用户的头脑中形成，而这种形式都是以自然语言的方式存在的。使用自然语言描述算法，人们比较容易接受和理解，如前面的欧几里得算法就是用自然语言描述的。但是将自然语言描述的算法直接在计算机上进行处理，目前还有许多困难，当用自然语言来描述算法时，在精确性、严谨性方面也存在不足，在使用自然语言描述算法时一定要注意以下几点。

自然语言存在着歧义性，容易导致算法的不确定性。

自然语言容易冗长，使得描述不够简洁。

自然语言的表示形式是顺序的，描述分支选择和转移时不够直观。

自然语言与计算机程序设计语言的差别较大，不易转换为程序。

其优点是容易理解，缺点是冗长、二义性。

使用方法：粗线条描述算法思想。

注意事项：避免写成自然段。

2. 伪代码表示

伪代码是介于自然语言和计算机程序语言之间的一种表示算法的工具。它采用某一程序设计语言的基本语法，操作指令可以结合自然语言来设计。

它使用文字和符号描述问题的求解方法和步骤而不使用图形符号。

如同一篇文章自上而下书写，每行写一个基本操作，而用若干行写一个基本结构。

伪代码书写方便，格式紧凑，清晰易读、易理解，也更容易转化为某一计算机程序语言表示的程序。

和图形工具相比较，伪代码便于修改，但直观性能较弱。

其优点是表达能力强，抽象性强，容易理解。

简单的程序一般不用写流程、写思路，但是复杂的代码，最好是把流程写下来，易于理解整个功能如何实现。写完以后不仅可以用来作为以后测试、维护的基础，还可用来与他人交流。但是，如果把全部的东西写下来可能会浪费很多时间，那么此时可以采用伪代码方式。

3. 流程图表示

流程图是描述算法的图形工具，它采用如图 2-19 所示的 7 种基本图形符号来表示算法。起止框，表示算法的开始或结束；只有一个入口或一个出口。

输入/输出框，表示算法中数据信息的输入和输出；有一个入口和一个出口。

判断框，表示一个逻辑判断，框内可注明判断的条件；有一个入口和多个可选择的出口。

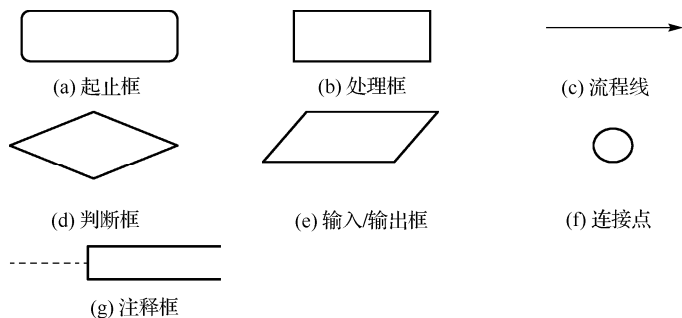


图 2-19 构成流程图的 7 种基本图形符号

处理框，表示算法中的一个（或一组）运算或处理；有一个入口和一个出口。

流程线，表示算法中各步骤之间的次序关系。

连接点，表示算法中的连接位置，主要用于同一算法在不同页描述时的接续等情况。

注释框，算法的设计者向阅读者提供的对算法中某些操作的注释说明。

同自然语言相比，用流程图描述算法直观，一目了然；算法步骤间用流程线连接，次序关系清楚，容易理解；可以很方便地表示顺序、选择和循环结构，不依赖于任何计算机和计算机程序设计语言，有利于不同环境下的程序设计。但是，流程图也存在一些缺点，诸如：不易于表示算法的层次结构；不易于表示数据结构和模块调用关系等重要信息；容易使人过早地考虑算法的控制流程，而忽视算法的全局结构；用流程线代表控制流，控制转移随意性较大。若对流程线的使用不加限制，随着求解问题规模和复杂度的增加，流程图会变得很复杂，使人难以阅读、理解和修改，从而使算法的可靠性难以保证。

4. N-S 结构化流程图

传统流程图用流程线指出各框的执行顺序，对流程线的使用没有严格限制。因此，使用者可以毫不受限制地使流程随意转向，使流程图变得毫无规律，阅读者要花很大精力追踪流程，使人难以理解算法的逻辑。

为了克服传统流程图的缺点，1973 年美国学者纳斯(I. Nassi)和施内德曼(B. Shneiderman)提出了一种表示算法的较好工具——N-S 图。

在这种流程图中，完全去掉了带箭头的流程线。全部算法写在一个矩形框内，在该框内还可以包含从属于它的框，或者说，由一些基本的框组成一个大的框。这种流程图又称 N-S 结构化流程图，它采用如图 2-20 所示的基本框作为流程图的符号。

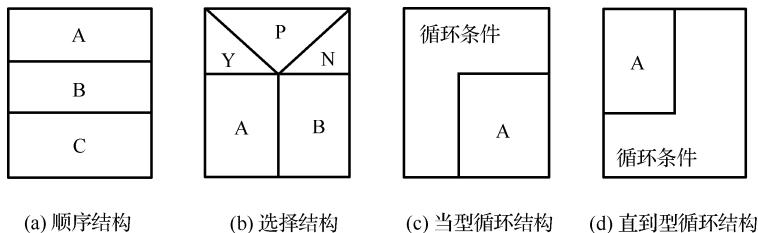


图 2-20 N-S 结构化流程图的 4 种基本框

在上面画出的 4 种基本框中，后面两个框均表示循环结构，在 N-S 结构化流程图中，程

序设计的 3 种基本结构都有特定的流程图符号与之对应。用 4 种 N-S 流程图中的基本框，可以组合成复杂的 N-S 流程图。

5. 程序语言表示

计算机程序设计语言，是计算机能够接受、理解和执行的算法描述工具。

计算机不能直接识别自然语言、流程图、N-S 图和伪代码等工具描述的算法，而设计算法的目的就是用计算机来解决问题，算法最终都要用某一具体的计算机程序设计语言来表示。

从这个意义上讲，流程图、N-S 图和伪代码都仅仅是为了求解问题而设计算法时的辅助工具。

和自然语言一样，计算机程序设计语言也是串行的描述，很不直观。

对于较复杂的问题，人们很难用计算机程序设计语言直接写出程序。

所以在算法设计阶段，一般先采用某个专用的辅助工具来描述算法，在算法设计好之后，再把它转化为某一具体程序设计语言描述的程序。

其优点是能由计算机执行，缺点是抽象性差，对语言要求高。

使用方法：算法需要验证。

注意事项：将算法写成子函数。

【例 5】 求两个自然数 m 和 n 的最大公约数。分别用自然语言、伪代码、流程图、N-S 图、C 语言描述解决以上问题的欧几里得算法——辗转相除法。

解：(1) 自然语言描述。

- ① 输入 m 和 n 。
- ② 求 m 除以 n 的余数 r 。
- ③ 若 r 等于 0，则 n 为最大公约数，算法结束；否则执行第④步。
- ④ 将 n 的值放在 m 中，将 r 的值放在 n 中。
- ⑤ 重新执行第②步。

(2) 伪代码描述。

方法 1：

- ① 输入 m 、 n ；
- ② $r = m \% n$ ；
- ③ 循环，直到 r 等于 0：

```
m = n;  
n = r;  
r = m % n;
```

- ④ 输出 n 。

方法 2：

```
Begin//算法开始  
  Read(m,n)  
  m mod n → r  
  while r ≠ 0 do  
    { n → m  
      r → n
```

```
m mod n→r
}
write(n)
End//算法结束
```

(3) 流程图描述。
流程图如图 2-21 所示。

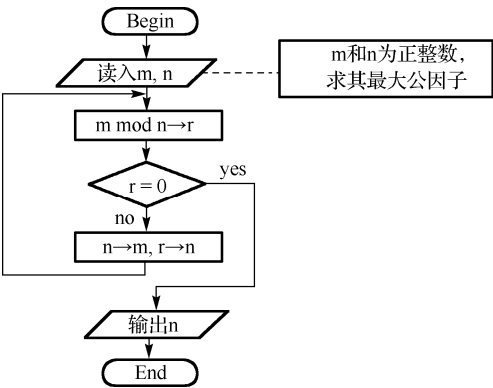


图 2-21 流程图

(4) N-S 图描述。
N-S 图如图 2-22 所示。

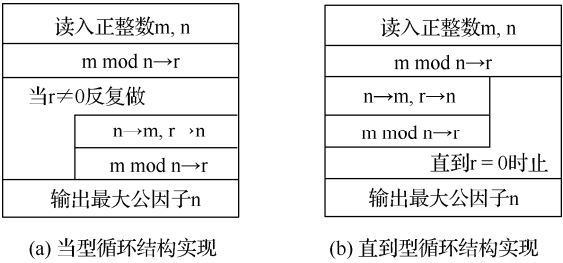


图 2-22 N-S 图

(5) C 语言描述。

```
#include <stdio.h>
void main()
{int m,n,r;
printf("请输入两个正整数: ");
scanf("%d%d",&m,&n);
printf("%d 和%d 的最大公约数是: ", m,n);
r=m%n;
while(r!=0)
{m=n; n=r;
r=m%n;
}
printf("%d\n",n);
}
```

运行结果如下。

```
请输入两个正整数: 56 32
56 和 32 的最大公约数是: 8
```

2.4.4 算法设计的原则

1. 算法设计的原则

- (1) 正确性——合理的数据输入下，在有限的运行时间内得出正确的结果。
- (2) 可读性——供人们阅读的方便程度。
- (3) 健壮性——对不合理的数据输入的反应和处理能力。
- (4) 简单性——采用数据结构和方法的简单程度。
- (5) 时间复杂度(计算复杂度)低——算法运行时间的相对量度。
- (6) 空间复杂度低——算法运行中临时占用空间大小的量度。

对算法的正确性的理解即设计出来的算法要能够正确求解给定的问题。这就要求算法中的每一个步骤的描述是准确无歧义的，并且是可以执行的。

要求算法能够满足问题要求，并在有限步骤内获得结果；否则不具备正确性要求，更谈不上解决给定的实际问题了。

算法要能经得起一切可能的输入数据的考验。

算法的正确性可理解为如下 4 个层次。

- ① 程序中不含语法错误。
- ② 程序对于几组输入数据能够得出满足要求的结果。
- ③ 程序对于精心选择的、典型、苛刻且带有刁难性的几组输入数据能够得出满足要求的结果。
- ④ 程序对于一切合法的输入数据都能得出满足要求的结果。

对算法的可读性的理解即表示出来的算法要能够方便地供人们阅读、理解和交流。

算法的可读性好是保证正确性的前提，良好的可读性有利于人们理解算法思想，减少出错的机会，便于检查和修改。

可适当地增加注释，增强算法或程序的可读性。

对算法的健壮性的理解即算法对意外情况的反应能力要强。

当输入数据非法、0 为除数、负数开平方等时，算法应能做出相应的处理，给出错误信息或终止算法执行，避免产生错误的或奇怪的输出结果。

对算法的简单性的理解即设计出来的算法要尽可能得简洁。

对于同一问题所设计的不同算法，越简洁明了的越好。

越简洁的算法可读性越好，越易于理解、编码和调试、测试，越受人们欢迎。

对算法的时间和空间复杂度的理解即算法的执行效率要高。

算法的效率可分为时间效率和空间效率。

时间效率是通过该算法转化的程序在计算机上运行的时间耗费来确定的，在算法设计与分析阶段用执行基本操作的次数（问题规模的函数）相对于问题规模的渐近阶来表示。

空间效率主要考虑除存储数据结构之外的辅助存储空间。一个高效算法是指执行算法耗费时间少，使用辅助存储空间小的算法。

2. 问题求解过程

计算机问题求解过程如图 2-23 所示。

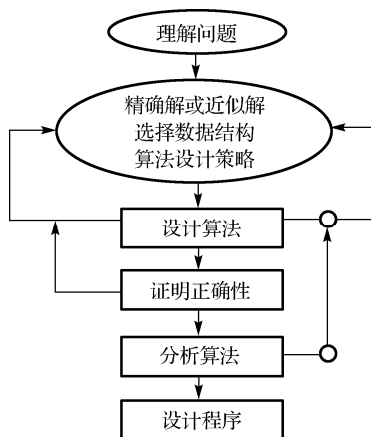


图 2-23 问题求解过程

2.4.5 问题求解中的计算思维举例

计算机强大的逻辑分析功能是有人通过程序赋给它的，一些逻辑问题必须转换成计算机能够看得懂的数学表达式和一定的程序指令。

【例 6】寻找成绩最佳者。已知 4 位同学中的一位数学考了 100 分，当小李询问这 4 位同学谁考了 100 分时，4 个人的回答如下。

A 说：不是我。

B 说：是我。

C 说：是 D。

D 说：他胡说。

已知 3 个人说的是真话，一个人说的是假话。现在要根据这些信息，找出考 100 分的人。

1) 逻辑思维的计算机表示

为了解决这道题，需要学习如何通过逻辑思维与判断找到解决这类问题的思路。使用计算机解决这个问题，首先要解决如何将“是”和“否”写成关系表达式，即将 4 个人所说的 4 句话写成关系表达式。为此，要定义一种字符型变量。这里用 `thisman` 表示要寻找考 100 分的人，在程序中写入如下语句。

```
char thisman=""; //定义字符型变量并将其初始化为空
```

“=” 在这里的含义为“是”，“!=” 在这里的含义为“不是”。利用关系表达式可以将 4 个人所说的话表示为如表 2-1 所示的关系。注意，D 说的“他胡说”是针对 C 的，所以他的意思是“不是我”，其表达式就是 `thisman!='D'`。

表 2-1 使用关系表达式表达说话人所说的话

说话人	所说的话	关系表达式
A	“不是我”	thisman!=‘A’
B	“是 C”	thisman==‘C’
C	“是 D”	thisman==‘D’
D	“他胡说”	thisman!=‘D’

在具体赋值时，C++中的字符在存储单元中是以 ASCII 码值的形式存放的。因此，赋值语句 thisman=‘A’或 thisman=65 是等效的，至于使用哪种方法，取决于程序的具体编制方法。

2) 使用枚举法解题的思路

A、B、C、D 4 个人只有一位考了 100 分，令考 100 分者为 1，未考 100 分者为 0，表 2-2 给出了可能具有的 4 种状态。

表 2-2 可能具有的 4 种状态

状态	A	B	C	D
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

从表中可见，状态 1 表示 thisman==‘A’成立；状态 2 表示 thisman==‘B’成立。以此类推，可以将这 4 种状态与赋值表达式的关系简化为表 2-3。

表 2-3 简化后的状态与赋值表达式的关系

状态	赋值表达式	状态	赋值表达式
1	thisman=‘A’	3	thisman=‘C’
2	thisman=‘B’	4	thisman=‘D’

显然，第一种状态假定 A 考了 100 分，第二种状态假定 B 考了 100 分，等等。所谓枚举，就是按照这 4 种假定逐一地去测试 4 个人的话有几句是真话，根据“已知 3 个人说的是真话，一个人说的是假话”的条件，如果测试结果不满足 3 句为真，则否定这一假定，换下一个状态再试。具体做法如下。

(1) 假定 thisman=‘A’，代入 4 句话中，可得到表 2-4。

表 2-4 thisman=‘A’的求值表

状态	说的话	关系表达式	值
A	thisman!=‘A’	‘A’!=‘A’	0
B	thisman==‘C’	‘A’==‘C’	0
C	thisman==‘D’	‘A’==‘D’	0
D	thisman!=‘D’	‘A’!=‘D’	1

这 4 个关系表达式的值的和为 0+0+0+1=1，显然 A 没有考 100 分。

(2) 假定 thisman=‘B’，代入 4 句话中，可得到表 2-5。

表 2-5 thisman='B'的求值表

状态	说的话	关系表达式	值
A	thisman != 'A'	'B' != 'A'	1
B	thisman == 'C'	'B' == 'C'	0
C	thisman == 'D'	'B' == 'D'	0
D	thisman != 'D'	'B' != 'D'	1

这 4 个关系表达式的值的和为 2，显然不是 B。

(3) 假定 thisman='C'，代入 4 句话中，可得到表 2-6。

表 2-6 thisman='C'的求值表

状态	说的话	关系表达式	值
A	thisman != 'A'	'C' != 'A'	1
B	thisman == 'C'	'C' == 'C'	1
C	thisman == 'D'	'C' == 'D'	0
D	thisman != 'D'	'C' != 'D'	1

这 4 个关系表达式的值的和为 3，所以 C 考了 100 分。

因为已经有了结果，所以不需要再试。当然，也可以将 thisman='D'代入 4 句话中验证，可以知道不是 D 考了 100 分。

综上所述，一个人一个人地尝试，就是枚举。从编写程序来看，实现枚举最好使用循环结构。

根据解体思想，可以用不同的编程方法实现。下面是其中一种解决方法。

```
#include <stdio.h>
void main()
{
    int k=0,sum=0,flag=0;
    char thisman=' ';           //初始化为空字符
    //A 的 ASCII 码值是 65，64+1 正好表示 A
    for(k=1;k<=4;k++)           //k 既是循环控制变量，又表示第 k 个人
    {
        thisman=64+k;           //每次换一个人实验
        sum=(thisman!='A')+(thisman=='B')+(thisman=='C')+(thisman!='D');
        if(sum==3)
        {
            //如果 4 句话中有 3 句为真，则输出该人
            printf("考 100 分者为%c\n",thisman);
            flag=1;               //有解，则标志置为 1
        }
    }
    if(flag!=1)                  //无解
        printf("无解! ");
}
```

注意，运行结果为 C。如果无解，则应该给出相应信息。

【例 7】寻找肇事车辆。

【情景创设】

X 月 X 日 X 时 X 分左右, X 市 X 路发生一起交通事故, 一位年龄在 X 岁左右的男子被撞当场身亡, 肇事车辆逃逸。目前, 警方正在全力追查肇事逃逸者。

4 个目击者提供了如下线索。

甲(出租车司机): 我只记得牌照的第 3、4 位相同。

乙(路人): 车速太快, 我只看到车牌号的前两位为 31 (即车牌号为 31XXXX)。

丙(摊贩): 这个车牌照的最后两位相同 (即第 5、6 位相同)。

丁(学生): 当时我还记得是哪几个数, 但现在实在记得不太清楚, 不过车牌的第 3~6 位刚好是一个整数的平方。

【算法思想】

为了在这些线索中得到牌照号码, 只要求出后 4 位再加上 310000 即可。这 4 位的前两位相同, 后两位也相同, 互相不相同并且是某个整数的平方的数。利用计算机的计算速度快的特点, 把所有可能的方式都试一下, 从中找出符合条件的数。这就是所谓的枚举法。对于后面 4 位数来说, 因为 1000 的平方根 >31 , 所以枚举实验不需从 1 开始, 可从 31 开始寻找一个整数的平方。

【编程实现】

将它们转换成 C 程序后如下。

```
#include<stdio.h>
void main()
{
    int i,j,k,c;
    for(i=1;i<=9;i++)
        for(j=0;j<=9;j++)
            if(i!=j)
            {
                k=i*1000+i*100+j*10+j;
                for(c=31;c*c<k;c++);
                if(c*c==k)
                    printf("牌照号码是: %ld.\n",310000+k);
            }
}
```

运行后, 输出结果如下。

牌照号码是: 317744

最终, 调查取证, 交警成功抓获肇事逃逸的嫌犯。

2.5 计算思维对其他学科的影响

计算思维, 不仅是计算机专业学生应该具备的能力, 还是所有大学生应该具备的能力。当前社会的发展, 已经越来越多地依赖计算机作为分析和解决问题的工具, 在这个过程中,

最重要的不是如何解决问题的具体技巧，而是如何把问题转化为能够用计算机解决的形式，这正好是计算思维培养强调的内容。

2.5.1 计算思维对理科的影响

1. 地理学

地理信息系统（Geographic Information System, GIS）又称为“地学信息系统”，是一种特定的十分重要的空间信息系统。它是在计算机硬、软件系统支持下，对整个或部分地球表层（包括大气层）空间中的有关地理分布数据进行采集、存储、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。测绘是 GIS 的基础（空间数据来源），地理是 GIS 的主要应用领域之一（空间分析模型），而计算机是 GIS 的技术支撑（专题应用系统开发）。

在 2.1.3 节中学习了 3 个世界。对于 GIS 而言，更具体地说，就是对现实世界进行观察、抽象然后综合取舍绘制成概念世界的地图，再进行定义、编码、模型化将地理信息整合到数字世界中进行更深层次的处理和应用。

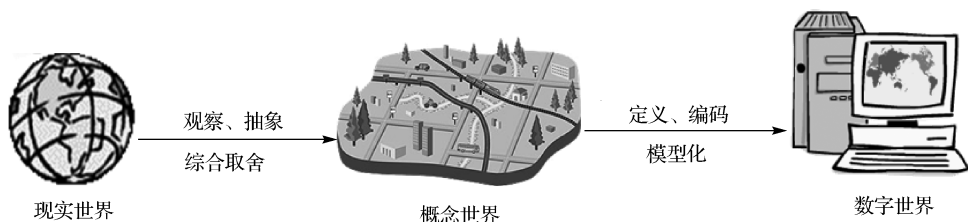


图 2-24 现实世界的认知过程

将上述过程继续细化，首先是数据获取，即将概念世界中的地图等表示形式作为原始数据参与计算，然后对数据进行结构化处理放入空间数据库，最后根据实际应用需求把所需数据检索出来提交给用户。其完整过程如图 2-25 所示。

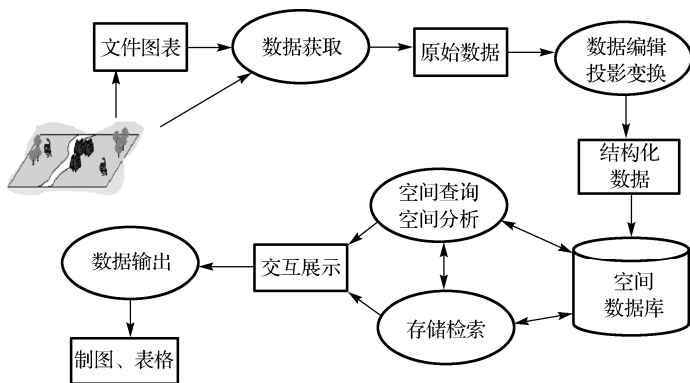


图 2-25 GIS 功能的实现过程

例如，移动 GIS 中的应用——汽车导航系统。汽车导航系统除了一般的地理资讯系统的内容以外，还包括了各条道路的行车及相关信息的数据库。这个数据库利用矢量表示行车的路线、方向、路段等信息，又可利用网络拓扑的概念来决定最佳行走路线。地理数据文件是为导航系统描述地图数据的 ISO 标准。汽车导航系统组合了地图匹配、GPS 定位来计算车辆

的位置。地图资源数据库用于航迹规划、导航，并可能有主动安全系统、辅助驾驶及位置定位服务等高级功能。汽车导航系统的数据库应用了地图资源数据库管理。

2. 生物学

计算生物学是指开发和应用数据分析及理论的方法，把数学建模和计算机仿真技术用于生物学研究的一门学科。它与生物信息学的定义类似，只是侧重点有所不同。计算生物学侧重于计算与问题，通过计算解决问题；生物信息学侧重于数据的管理与数据库的构建。

一般来说，计算生物学的研究可以划分成两个部分或者两个阶段：一是数据挖掘和知识发现，从大量的实验数据中提取背后隐藏的模式，然后形成假设；第二个阶段是建立数学模型，利用计算机模拟来检验各种假设，为进一步的体内、体外实验研究提供预测结果和指导建议。

具体来讲，计算生物学运用大规模高效的理论模型和数值计算来识别基因组序列中代表蛋白质的编码区，破译隐藏在核酸序列中的遗传语言规律；直接从蛋白质序列预测蛋白质三维结构及动力学特征，研究生物大分子结构与功能的关系、生物大分子之间相互作用以及生物大分子与配体的相互作用，促进蛋白质工程、蛋白质设计和计算机辅助药物设计的发展；同时，归纳、整理与基因组遗传语言信息释放及其调控相关的转录谱和蛋白质谱的数据，模拟生命体内的信息流过程，从而认识代谢、发育、分化、进化的规律，从基因组科学新视角来探究人类健康和疾病的各个方面，使将人类基因组计划的成果转化为医学领域的进步成为可能。

计算生物学的应用如下。

- (1) 序列比对、拼接。
- (2) 蛋白质结构预测。
- (3) 种系发生数。
- (4) 生命体系模拟。
- (5) 疾病易感基因探索。

3. 化学

计算化学是理论化学的一个分支，主要目的是利用有效的数学近似及计算机程序计算分子的性质，如总能量、偶极矩、四极矩、振动频率、反应活性等，并用以解释一些具体的化学问题。计算化学有时也用来表示计算机科学与化学的交叉学科。

理论化学泛指采用数学方法来表述化学问题，而计算化学作为理论化学的一个分支，常特指那些可以用计算机程序实现的数学方法。计算化学并不追求完美无缺或者分毫不差，因为只有很少的化学体系可以进行精确计算。但是，几乎所有种类的化学问题都可以并且已经采用近似的算法来表述。

理论上讲，对任何分子都可以采用相当精确的理论方法进行计算。很多计算软件中已经包括了这些精确的方法，但由于这些方法的计算量随电子数的增加成指数或更快的速度增长，所以它们只能应用于很小的分子中。对更大的体系，往往需要采取其他更大程度近似的方法，以在计算量和结果的精确度之间寻求平衡。

计算化学主要应用已有的计算机程序和方法对特定的化学问题进行研究。而算法和计算

机程序的开发则由理论化学家和理论物理学家完成。计算化学在研究原子和分子性质、化学反应途径等问题时,常侧重于解决以下两个方面的问题。

- (1) 为合成实验预测起始条件。
- (2) 研究化学反应机理、解释反应现象。

计算化学的子学科如下。

- (1) 原子和分子的计算机表述。
- (2) 利用计算机协助存储和搜索化学信息数据(参见化学数据库)。
- (3) 研究化学结构与性质之间的关系[参见定量构效关系(QSAR)及定量构效关系(QSPR)]。
- (4) 根据作用力模拟对化学结构进行理论阐释。
- (5) 计算机辅助化合物合成。
- (6) 计算机辅助特性分子设计(如计算机辅助药物设计)。

2.5.2 计算思维对文科的影响

1. 计算经济学

计算经济学是使用计算机为工具而研究人和社会经济行为的社会科学。它是经济学的一个分支。现在主流的计算经济学方法是基于行为主体的计算经济学(Agent-based Computational Economics, ACE)。它是将复杂适应系统理论、基于 Agent 的计算机仿真技术应用到经济学的一种研究方法。

传统上,经济学采用的模拟技术是基于统计理论的,如蒙特卡洛(Monte Carlo)方法。计算机算法为经济学提供了一种全新的模拟技术——“基于行为主体的计算经济学”。该方法综合运用经济学、仿生学和计算机技术来说明经济现象,模拟经济系统,属于一种较新的经济模拟方法。

ACE 模型通常模拟一个群体的进化或演化过程,如模拟市场均衡过程。我们知道一般均衡理论只给出了均衡体系的方程组,重点研究均衡的存在性和寻找均衡点(即用数学方法搜寻代表均衡点的不动点),并没有给出均衡形成的具体过程。而 ACE 模型则能模拟这一过程。它在模拟这一过程时并不需要任何统计数据,只采用一般均衡理论的前提条件。ACE 模型由于研究的是进化或演化过程,因此遗传算法和人工神经网络就特别适用于它。事实上,遗传算法和 ACE 模型的思想是相通的。

2. 社会科学

社会科学是关于社会事物的本质及其规律的系统性科学,是科学地研究人类社会现象的模型科学,通常指研究社会现象及其规律的科学。它是一个以社会客体为对象,包括法学、经济学、政治学、社会学、历史学等学科的庞大知识体系。

计算社会学是社会学的一个分支,使用密集演算的方法来分析与模拟社会现象。计算社会学使用计算机模拟、人工智能、复杂统计方法,以及社会性网络分析等新的途径,由下而上地塑造社会互动的模型,来发展与测试复杂社会过程的理论。它包含了对于社会行为者的理解,这些行为者之间的互动,以及这些互动对于社会整体的影响。虽然社会科学的主题与

方法和自然科学或计算机科学相异，当代对于社会的模拟使用的许多方法仍旧起源于如物理学与人工智能等领域。而一些源自于社会科学的方法也被纳入自然科学，如在社会性网络分析与网络科学领域中，网络中心性的测量。

在相关文献中，计算社会学经常与社会复杂度的研究相关。像是复杂系统、宏观过程与微观过程之间非线性的互连，与突现等社会复杂度的概念也进入了计算社会学的范畴。一个实际且广为人知的例子是以“虚拟社会”的形式建造一个演算模型，研究者可以借此分析一个社会体系的结构。

2.5.3 计算思维对医科的影响

计算机在医学领域中的应用共有下列 12 个方面。

(1) 计算机辅助诊断和辅助决策系统：可以帮助医生缩短诊断时间，避免疏漏，减轻劳动强度，提供其他专家诊治意见，以便尽快做出诊断，提出治疗方案。诊治的过程是医生收集病人的信息 [症状、体征、各种检查结果、病史 (包括家族史) 及治疗效果等]，在此基础上结合自己的医学知识和临床经验，进行综合、分析、判断，做出结论。计算机辅助诊断系统则通过医生和计算机工作者相结合，运用模糊数学、概率统计及人工智能技术，在计算机上建立数学模型，对病人的信息进行处理，提出诊断意见和治疗方案。这样的信息处理过程，速度较快，考虑到的因素较全面，逻辑判断也较严谨。

(2) 利用人工智能技术编制的辅助诊治系统：一般称为“医疗专家系统”。人工智能是现代计算机应用的前沿。医疗专家系统根据医生提供的知识，模拟医生诊治时的推理过程，为疾病等的诊治提供帮助。医疗专家系统的核心由知识库和推理机构成。知识库包括书本知识和医生个人的具体经验，以规则、网络、框架等形式表示知识，存储于计算机中。推理机是一个控制机构，根据病人的信息，决定采用知识库中的什么知识，采用何种推理策略进行推理，得出结论。由于在诊治中有许多不确定性，人工智能技术能够较好地解决这种不精确推理问题，使医疗专家系统更接近医生诊治的思维过程，获得较好的结论。有的专家系统还具有自学功能，能在诊治疾病的过程中再获得知识，不断提高自身的诊治水平。

这类系统较好的实例是美国斯坦福大学的 MYCIN 系统，它能识别出引起疾病的细菌种类，提出适当的抗菌药物。在中国类似的系统有中医专家系统，或称“中医专家咨询系统”。

(3) 医院信息系统：用以收集、处理、分析、存储和传递医疗信息、医院管理信息。一个完整的医院信息系统可以完成如下任务：病人登记、预约、病历管理、病房管理、临床监护、膳食管理、医院行政管理、健康检查登记、药房和药库管理、病人结账和出院、医疗辅助诊断决策、医学图书资料检索、教育和训练、会诊和转院、统计分析、实验室自动化和接口。

这些系统中较著名的是美国复员军人医院的 DHCP；马萨诸塞综合医院使用 MUMPS 语言开发的 COSTAR 等。中国从 1970 年起就开发了一些医院信息系统，并统一规划开发了医院统计、病案、人事、器材、药品、财务管理软件包。

(4) 生物-医学统计及流行病学调查软件包：在临床研究、实验研究及流行病学调查研究中，需要处理大量信息。应用计算机可以准确、快速地对这些数据进行运算和处理。为了这方面的需要，用各种计算机语言开发了不少软件包，较著名的有 SAS、SPSS、SYSTAT 及中国的 RDAS 等。

(5) 卫生行政管理信息系统: 利用计算机开发的“卫生行政管理信息系统”, 又称“卫生管理信息/决策系统”, 能根据大量的统计资料给卫生行政决策部门提供信息和决策咨询。一个完整的卫生行政管理信息系统包括如下 3 部分。①数据自动处理系统, 主要功能是收集与整理数据、汇总成各类统计报表与图表。②信息库, 是指能使单位与其外部机构之间, 以及单位内部各种职能之间相互共享信息资源的一种模式。信息来源有法定的和非法定的(一次性调查), 还有来自计算机日常收集到的各种活动产生的信息流。设立信息库的主要目的是沟通各项活动和修正工作人员的行动。③决策咨询模型, 又称信息决策模型, 可根据必要信息用它做出可行或优化方案, 预测事业的发展。传统的方法(即非信息/决策系统)主要依赖过去的资料, 考虑当前决策, 或估计今后的发展, 它不能产生比较有效而且迅速的应变措施, 信息/决策的数学模型。若建立的数学模型比较合理, 便可以及时由当前活动中指出即将发生的偏差, 预见未来, 以支持管理决策反应不断改变。

(6) 医学情报检索系统: 利用计算机的数据库技术和通信网络技术对医学图书、期刊、各种医学资料进行管理。通过关键词等即可迅速查找出所需文献资料。

计算机情报检索工作可分为 3 个部分: 情报的标引处理; 情报的存储与检索; 提供多种情报服务, 可向用户提供实时检索, 进行定期专题服务, 以及自动编制书本式索引。

美国国立医学图书馆编制的“医学文献分析与检索系统”是国际上较著名的软件系统, 这是一个比较完善的实时联机检索的网络检索系统。通过该馆的 IBM 3081 计算机系统能提供联机检索和定题检索服务, 通过通信网络、卫星通信或数据库磁带的方法, 在 16 个国家和地区中形成了世界性计算机检索网络。其他著名的系统有 IBM 4361、MEDLARS 等。中国开发了一些专题的医学情报资料检索系统, 如中医药文献、典籍的检索系统。

(7) 药物代谢动力学软件包: 药物代谢动力学运用数学模型和数学方法定量地研究药物的吸收、分布、转化和排泄等动态变化的规律性。人体组织中的药物浓度不可能也不容易直接测定, 因此常用血尿等样品进行测量, 通过适当的数学模型来描述和推断药物在体内各部分的浓度和运动特点。在药代动力学的研究中, 最常用的数学方法有房室模型、生理模型、线性系统分析、统计矩和随机模型等。这些新技术、新方法的发展与应用, 都与计算机技术的应用分不开。现已开发了不少的药代动力学专用软件包, 其中较著名的有 NONLIN 程序(一种非线性最小二乘法程序)。

(8) 疾病预测预报系统: 疾病在人群中流行的规律, 与环境、社会、人群免疫等多方面因素有关, 计算机可根据存储的有关因素的信息并根据它建立的数学模型进行计算, 做出人群中疾病流行情况的预测预报, 供决策部门参考。荷兰、挪威等国建立了职业病事故信息库, 因此能有效地控制和预测职业危害的影响。中国上海、辽宁等地卫生防疫部门, 对气象因素与气管炎、某些地方病、流行病(如乙型脑炎、流行性脑膜炎等)的关系做了大量分析, 并建立了数学模型, 用这些模型在微型机上可成功地做出这些疾病的预测预报。

(9) 计算机辅助教学: 可以帮助学生学习、掌握医学科学知识和提高解决问题的能力, 以及更好地利用医学知识库和检索医学文献。教员可以利用它编写教材, 并可通过电子邮件与同事和学生保持联系, 讨论问题, 改进学习和考察学习成绩; 医务人员可根据各自的需要和进度, 进行学习和补充新医学专门知识。目前在一些医学研究和教学单位中已建立了可由远程终端通过电话网络访问的各种 CAI 医学课程。利用计算机进行医学教育的另一种重要途径是采用计算机模拟的方法, 即用计算机模拟人体或实验动物, 为学生提供有效的实验环境

和手段,使学生能更方便地观察人体或实验动物,在条件参数下改变各种状态,其中有些状态在一般动物实验条件下往往是难于观察到的。由于光盘技术、语言识别、触摸式屏幕显示等新技术的发展,教学用的计算机模拟病例光盘等已试制成功,并作为商品在市场上供应,利用这种光盘可方便地显示手术室等现场实际图景和情况,或有关教科书和文献资料,供学生生学习。

(10) 最佳放射治疗计划软件:计算机在放疗中的应用主要是计算剂量分布和制订放疗计划。以往用手工计算,由于计算过程复杂,所以要花费许多时间。因而,在手工计算的情况下,通常只能选择几个代表点来计算剂量值。利用计算机,则只要花很短时间,且误差不超过 5%。这样,对同一个病人在不同的条件下进行几次计算,从中选择一个最佳的放射治疗计划即成为可能。所谓最佳放射治疗计划就是对病人制订治疗计划,包括确定照射源、放射野面积、放射源与体表的距离、入射角及射野中心位置等,再由计算机根据治疗机性能和各种计算公式,算出相应的剂量分布,在彩色监视器上形象地显示出来。对同一个病人,经过反复改变照射条件,进行计算、分析和比较,可以得出最理想的剂量分布,使放射线照射方向上伤害正常组织细胞最少,放疗疗效最佳,这就是最佳放射治疗计划。同时,可将此剂量分布图用绘图仪记录下来,存入病历,以供治疗时使用或长期保存。

(11) 计算机医学图像处理与图像识别:医学研究与临床诊断中许多重要信息都是以图像形式出现的,医学对图像信息的依赖是十分紧密的。医学图像一般分为两类:一类是信息随时间变化的一维图像,多数医学信号均属此类,如心电图、脑电图等;另一类是信息在空间分布的多维图像,如 X 射线照片、组织切片、细胞立体图像等。在医学领域中有大量的图像需要处理和识别,以往都采用人工方式,其优点是可以由有经验的医生对临床医学图像进行综合分析,但分析速度慢,正确率随医生而异。计算机高速度、高精度、大容量的特点,可弥补上述不足。特别是一些医学图像,如脑电图的分析,凭人工观察,只能提取少量信息,大量有用信息白白浪费。而利用计算机可做复杂的计算,能提取其中许多有价值的信息。另外,进行肿瘤普查时,往往要在显微镜下观看数以万计的组织切片,日常化验或研究工作中常需要做某种细胞的计数。这些工作既费力又费时,若使用计算机,则将节省大量人力并缩短时间。利用计算机处理、识别医学图像,在有些情况下,可以做人工做不到的工作。如心血管造影,当用手工测量容积,导出血压容积曲线时,只能分析出心脏收缩和舒张的特点。若利用计算机计算,每张片子只需一秒,并可以得到瞬时速度、加速度、面积和容积等有用的参数。此外,不管上述在哪一类工作中,计算机都能完成人工不能完成的另一类工作,即图像的增强和复原。20 世纪 70 年代医学图像处理在计算机体层摄影成像技术方面的突出成就,和磁共振成像仪、数字减影心血管造影仪等新装置的相继出现,以及超声等其他医学成像仪器的进一步完善,使人们对放射和核医学图像的处理及模式识别研究的兴趣更为浓厚。显微图像在医学诊断和医学研究中一直起着重要作用。计算机图像处理与分析方法已用于检测显微图像中的重要特征,人们已能用图像处理技术和体视学方法半定量与定量地研究细胞学图像以至组织学图像。计算机三维动态图像技术已使心脏动态功能的定量分析成为可能。

(12) 生物化学指标、生理信息的自动分析和医疗设备智能化:医疗设备智能化是指现代医疗仪器与计算机技术及其各种软件结合的应用,它使这些设备具有自动采样、自动分析、自动数据处理等功能,并可进行实时控制。它是医疗仪器发展的一个方向。

小 结

人类科学发现有三大支柱，分别是理论科学、实验科学和计算科学，人类文明的进步和科技的提升均由其进行推动。与此相对应，人类认识及改造世界而依赖的有理论思维、实验思维和计算思维3种思维。计算思维的本质是抽象与自动化。

人们对客观世界的认识过程就是一个不断提出问题和解决问题的过程，这种过程反映的正是从感性认识（抽象）到理性认识（理论），再由理性认识（理论）回到实践（设计）的。

著名的瑞士计算机科学家，Pascal 语言的发明者 Niklaus Wirth 教授提出了著名的定义程序的公式：程序=数据结构+算法。算法指解决某个问题的严格方法，通常还需辅以某种程度上的运行性能分析。算法可以是纯理论的，也可以由一个计算机程序实现。

当前社会的发展，已经越来越多地依赖计算机作为分析和解决问题的工具，在这个过程中，最重要的不是如何解决问题的具体技巧，而是如何把问题转化为能够用计算机解决的形式，这正好是计算思维培养强调的内容。因为计算思维可以将某个问题清晰、抽象地描述出来，并将问题的解决方案表示为一个信息处理的流程。

思 考 题

1. 简述3种思维的差别。
2. 举例说明人们对客观世界的认识过程。
3. 说明图像是如何存储到计算机中的。
4. 举例说明生活中自动化的使用。
5. C语言有哪些数据类型？
6. 程序设计有哪三大基本结构？
7. 算法有哪5个特征？算法与程序有什么区别和联系？
8. 算法的描述方法有哪些？各有什么优缺点？
9. 教堂中来了A、B、C 3个新郎和X、Y、Z 3个新娘，问这六位新人互相与谁结婚。

下面是3个人的回答，但都是假话，判断他们分别与谁结婚。

A说：他与X结婚。

X说：她与C结婚。

C说：他与Z结婚。

10. 说明你对计算思维的理解和计算思维对你所学学科的影响。

第3章 操作系统与程序的运行

操作系统是管理和控制计算机硬件与软件资源的系统软件。作为整个计算机系统的控制中心，它直接运行在“裸机”上。任何其他软件都必须在操作系统的支持下才能运行。它向下管理硬件资源与设备，向上管理和支撑用户程序的运行。其目标是通过协调多进程的并发，高效率地利用系统资源，为用户提供统一、方便、有效的操作接口和编程接口。

本章主要介绍操作系统的基本概念、目标、功能、程序在操作系统平台上的运行，以及几种常用的操作系统。

3.1 概 述

计算机不过是一台机器，本身不具备智能，它只具有高速地自动、逐条执行有限种简单功能指令的能力。它能支持的全部指令的集合称为这台计算机的指令集。如同汽车只是一种具有起步、换挡、变速、倒车、转向、制动几种基本功能的机器一样。

程序是指为了实现某个目标而设定的一组指令序列。如同需要开车去某地，可以用一组有序的操作步骤来完成一样。完成同一功能，存在多种不同的指令序列。有限条基本的操作指令，可以构成无限种操作序列，完成各种不同的功能。如同开车去同一个地方，不同的司机，其操作步骤可以不同，利用相同的基本操作，按不同的操作步骤，可以去不同的地方一样。

进程是指程序的一次执行过程。程序只是一个操作序列，它是静态的。如果没有一步步的执行过程，是达不到目的的。

程序的执行过程是可以中断的。如同开车到半路，可以找一个地方休息，等休息够了可以继续前行一样。正因为如此，当一个进程运行一个很少的时间片段（如 1ms）后，由系统时钟产生中断信号，进程调度程序可借此机会，切换到另一个进程运行。这样，从一段时间（如 1min）来看，多个进程在一段时间中均得到了运行。尽管多个进程是分时运行的，由于计算机运行的速度非常快，用户会感觉其启动的多个进程是同时运行的。

进程的运行需要用到多种资源（如 CPU、内存空间、文件、输入/输出设备等），而计算机系统的各种资源的可用数量是有限的，同一资源在某个时间段最多通常只能由一个进程独占。

3.2 计算机系统结构

现代计算机系统一般包含一个或多个处理器、内存、磁盘驱动器、光盘驱动器、打印机、时钟、鼠标、键盘，显示器、网络接口及其他输入/输出设备。计算机硬件系统构成了计算机本身和用户作业赖以活动的物质基础。只有硬件系统而无软件系统的计算机称为裸机。用户直接使用裸机不仅不方便，还将严重降低系统效率。计算机的系统结构如图 3-1 所示。

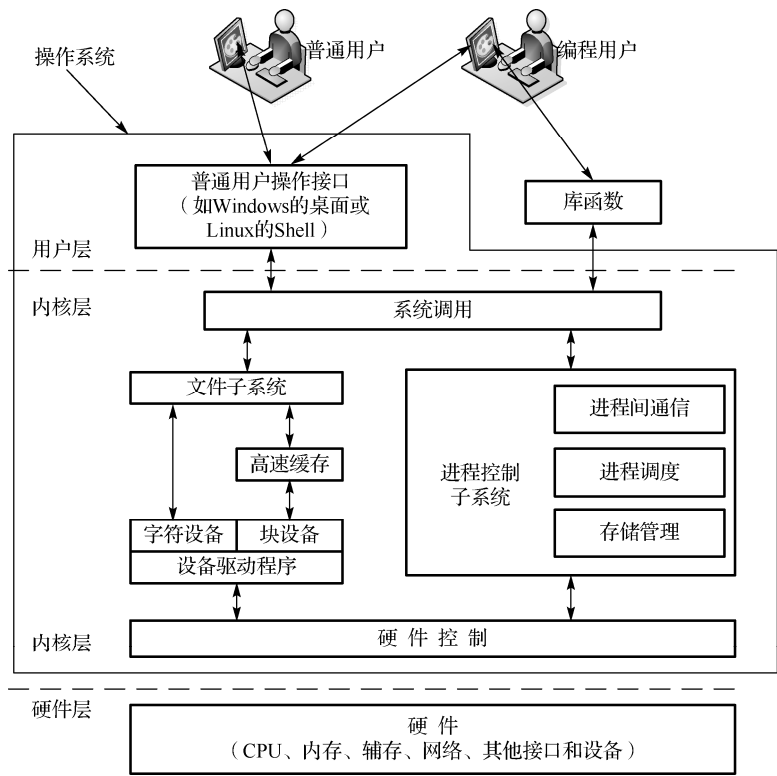


图 3-1 计算机系统结构

计算机的基本原理是存储程序和程序控制。预先要把指挥计算机如何进行操作的指令序列（即程序）和原始数据通过输入设备输送到计算机内存储器中。每一条指令中明确规定了计算机从哪个地址取数，进行什么操作，送到什么地址去等。

计算机在运行时，先从内存中取出第一条指令，通过控制器的译码，按指令的要求，从存储器中取出数据进行指定的运算和逻辑操作等加工，再按地址把结果送到内存中。再取出第二条指令，在控制器的指挥下完成规定操作。以此进行下去，直至遇到停止指令。这就要求，如果用户有一个计算任务，则需提交给机器运行，用户必须学会直接用机器指令，根据设计的算法，编写成程序。可以想象，对于非专业的人员而言，其难度有多高。此外，程序直接在硬件上运行，每次只有一个程序在机器上运行，只有等机器上当前程序运行完成，退出系统后，才能开始下一个任务的装载。按照这种方式使用计算机，可以总结出以下两个不足。

（1）使用困难。用户要完成一个任务，必须用一条条只能完成简单基本功能的指令实现解决该问题的算法，不仅工作量大，用户还必须十分熟悉机器的指令系统。这对于普通用户来说，几乎是不可能的。

（2）系统资源的使用效率低。由于一个程序在运行期间是独占整个计算机系统资源的，而该程序在某个时刻真正使用到的资源，只有其中极少一部分，因而会造成资源的浪费。

由此可见，直接基于硬件的计算方式，是无法最大限度地发挥计算机作用的。通过采用软件方式，将计算机系统改造成资源高效使用、用户操作更加简单方便的计算机系统，成为计算机系统向前发展的必然趋势，这就是操作系统诞生的需求背景。有了操作系统对计算机

系统的管理，计算机系统结构如图 3-1 所示。用户对计算机系统的使用，无论是普通用户通过运行特定软件实现自己的功能，还是专业用户自己编写程序实现特定功能，都已经变得相对简单很多。

在计算机系统组成的分层结构中，硬件是最低层的。操作系统处于用户与计算机系统硬件之间，用户通过操作系统来使用计算机。对多数计算机而言，在机器语言级的体系结构（包括指令系统、存储组织、I/O 和总线结构）上编程是相当困难的，尤其是输入/输出操作。为了让用户和程序员在使用计算机时不涉及硬件细节，使程序员与硬件细节独立开来，需要建立一种高度抽象。这种抽象是为用户提供一台等价的扩展计算机，这样的计算机称为虚拟计算机，简称虚拟机。操作系统作为虚拟机为用户使用计算机提供了方便，用户可不必了解计算机硬件工作的细节，通过操作系统来使用计算机，操作系统就是用户和计算机之间的接口。

用户可通过如下 3 种方式使用计算机。

（1）命令方式。用户可通过键盘输入由操作系统提供的一组命令，来直接操纵计算机系统。

（2）系统调用方式。用户可在自己的应用程序中，通过调用操作系统提供的一组系统调用来操纵计算机系统。

（3）图形、窗口方式。用户通过屏幕上的窗口和图标，来操纵计算机系统和运行自己的程序。有了这几种方式，用户可以不涉及硬件的实现细节，方便而有效地取得操作系统为用户提供的各种服务，合理地组织计算机工作流程。所以说，操作系统是用户与计算机硬件系统之间的接口。

3.3 操作系统的功能

操作系统需要具备五大功能，即处理机管理、存储器管理、设备管理、文件管理、用户接口。

3.3.1 处理机管理

处理机管理是操作系统必备的核心功能之一，由于管理的对象为进程，通常也称为进程管理。现代操作系统，为了提高资源的利用率，解决高速设备和低速设备之间的速度不匹配的矛盾，引入了进程并发执行的解决办法。多个进程轮流使用 CPU 进行程序指令的运行，从单个进程的角度来看，它是在一段时间中，通过停停走走不断运行下去，直至执行完成或被终止；从时间序列来看，多个进程被先后串行地得到 CPU 的执行。程序并发运行的架构如图 3-2 所示。

由于程序的并发执行，程序的执行出现间断性，失去封闭性，由于其他进程的穿插，可能导致其执行结果的不可再现性。进程是操作系统分配资源的基本单位，在没有引入线程概念之前，进程也是操作系统进行 CPU 调度的基本单位。

为了实现如图 3-2 所示的进程并发与进程停停走走的执行过程，从单个进程的推进过程来看，进程应具有最基本的 3 种状态：就绪状态、执行状态、阻塞状态，如图 3-3 所示。

就绪状态是指进程请求的资源全部得到满足，只要调度程序分配 CPU 时间给它，它就能往前执行的状态。

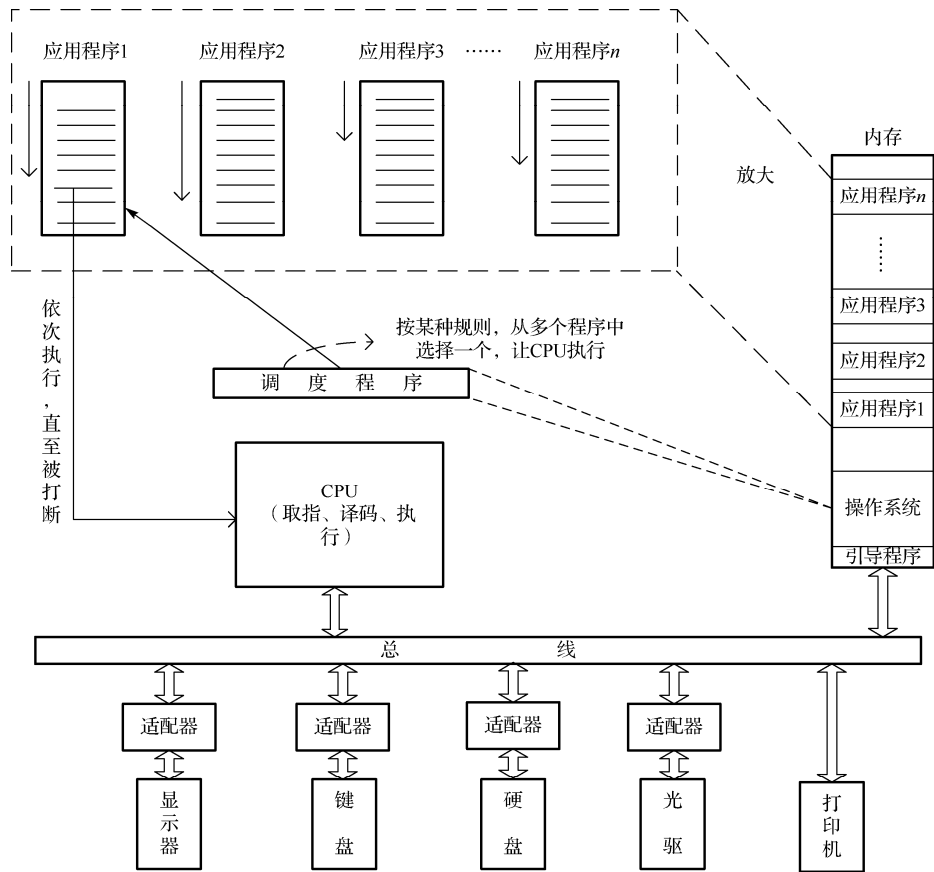


图 3-2 程序的并发运行

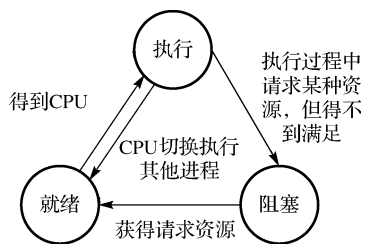


图 3-3 进程状态

执行状态是指进程占用 CPU，CPU 正在执行该进程对应的程序代码。

阻塞状态是指进程在运行到某段代码时，需要请求更多资源，但操作系统暂时无法满足其资源请求，致使该进程无法向前执行，只能等待其他占有资源的进程使用完资源后，在释放资源时，发现某进程因等待该资源而阻塞时，对其进行唤醒，此时，被唤醒的进程由阻塞状态转变为就绪状态。

3.3.2 资源管理器

计算机系统的资源包括硬件资源和软件资源。站在资源管理的角度，可把计算机系统资源分为四大类：处理机、存储器、输入/输出设备和信息，前 3 类为硬件资源，最后一类为软

件资源。操作系统的任务是使整个计算机系统的资源得到充分有效的利用，并且在相互竞争的程序之间合理有序地控制系统资源的分配，从而实现对计算机系统工作流程的控制。

作为资源管理器，操作系统要完成以下工作。

(1) 跟踪资源状态。时刻维护系统资源的全局信息，掌握系统资源的种类和数量、已分配和未分配的情况。

(2) 分配资源。处理对资源的使用请求，协调请求中的冲突，确定资源分配算法。当有多个用户争用某个资源时，进行裁决。同时，根据资源分配的条件、原则和环境决定是立即分配还是暂缓分配。

(3) 回收资源。用户程序在资源使用完毕之后要释放资源。此时，资源管理器应及时回收资源，以便下次重新分配。

(4) 保护资源。资源管理器负责对资源进行保护，防止资源被有意或无意地破坏。

系统资源的使用方法和管理策略决定了操作系统的规模、类型、功能与实现方法，基于这一点，可以把操作系统看做由一组资源管理器（即资源管理程序）组成。根据资源的分类情况，可以为操作系统建立相应的 4 类管理器：处理机管理、存储器管理、输入/输出设备管理和信息管理（通常指文件系统）。因此，操作系统是资源管理器。

3.4 操作系统的形成过程

操作系统从无到有，其发展过程经过了如下几个发展阶段，根据不同的设计需求，逐步演变出几种不同的类型。

3.4.1 手工操作阶段

在计算机刚刚出现时，由于计算机的存储容量小，运算速度慢，输入/输出设备只有纸带输入机、卡片阅读机、打印机和控制台。人们使用这样的计算机只能采用人工操作方式，根本没有操作系统。在人工操作情况下，用户一个一个地使用计算机。每个用户的使用过程大致如下：先手工编写的程序（机器语言编写的程序）穿成纸带（或卡片）装上输入机，然后经人工操作把程序和数据输入计算机，再通过控制台开关启动程序运行。待计算完毕，用户拿走打印结果，并卸下纸带（或卡片）。在这个过程中需要人工装纸带、人工控制程序运行、人工卸纸带，进行一系列的“人工干预”。这种由一道程序独占机器的情况，在计算机运算速度较慢的时候是可以容忍的，因为此时计算所需的时间相对而言较长，人工操作时间所占比例还不算大。随着计算机技术的发展，计算机的速度、容量、外设的功能和种类等方面都有了很大的发展。例如，计算机的速度有了几十倍、上百倍的提高，故使手工操作的慢速度和计算机运算的高速度之间形成了一对矛盾，即所谓的人机矛盾。

随着计算机速度的提高，人机矛盾已到了不可容忍的地步。为了解决这一矛盾，只有设法去掉人工干预，实现作业的自动过渡，这样就出现了批处理技术。

3.4.2 批处理系统

各用户把自己的作业提交给计算机中心，由操作员把一批作业装到输入设备上，由监督程序控制任务的执行。只有一个作业处理完毕后，监督程序才可以自动地调度下一个作业进

行处理，依次重复上述过程，直到该批作业全部处理完毕。在这种批处理系统中，作业的输出/输入是联机的，因此，这种系统也称为联机批处理系统。作业从输入机到磁带，由磁带调入内存，以及结果的输出打印都是由 CPU 直接控制的。随着 CPU 速度的不断提高，CPU 和输入/输出设备之间的速度差距形成了一对矛盾。因为在进行输入/输出时，CPU 是空闲的，高速的 CPU 要等待慢速的输入/输出设备的工作，不能发挥 CPU 应有的效率。

为了克服联机批处理存在的缺点，在批处理系统中引入了脱机输入/输出技术，从而形成了脱机批处理系统。脱机批处理系统由主机和卫星机组成，卫星机又称外围计算机，它不与主机直接连接，只与外部设备沟通。作业通过卫星机输入到磁带上，当主机需要输入作业时，就把输入带同主机连上。主机从输入带上把作业调入内存，并予以执行。作业完成后，主机负责把结果记录到输出带上，再由卫星机负责把输出带上的信息打印输出。这样，主机摆脱了慢速的输入/输出工作，可以较充分地发挥它的高速计算能力。同时，由于主机和卫星机可以并行操作，因此脱机批处理系统与早期联机批处理系统相比大大提高了系统的处理能力。

批处理系统是在解决人机矛盾及高速度的 CPU 和低速度的 I/O 设备间矛盾的过程中发展起来的。它的出现改善了 CPU 和外设的使用情况，实现了作业的自动定序、自动过渡，从而使整个计算机系统的处理能力得以提高。但它仍存在着许多缺陷，如卫星机与主机之间的磁带装卸仍需人工完成，操作员需要监督机器的状态等。如果一个程序进入死循环，系统就会踏步不前，只有当操作员提出请求，要求终止该作业，删除它并重新启动后，系统才能恢复正常运行。当目标程序执行一条引起停机的非法指令时，机器就会错误地停止运行。此时，只有操作员进行干预，即在控制台上按启动按钮后，程序才会重新启动运行。由于系统没有任何保护自己的措施，因此无法防止用户程序破坏监督程序和系统程序。

3.4.3 多道批处理系统

中断和通道技术出现以后，输入/输出设备和 CPU 可以并行操作，初步解决了高速 CPU 和低速外部设备的矛盾，提高了计算机的工作效率。但这种并行是有限度的，并不能完全消除 CPU 对外部传输的等待。例如，一个作业在运行过程中请求输入一批数据，当纸带输入机用 1000ms 输入 1000 个字符后，CPU 只用 100ms 即可处理完，而这时第二批输入数据还需等 900ms 时间才能输入完毕。因此，尽管 CPU 具有和外部设备并行工作的能力，但是在这种情况下无法让它多做工作，如图 3-4 所示。

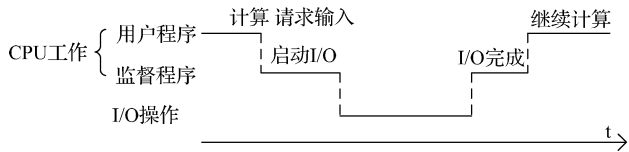


图 3-4 单道程序系统

多道程序设计技术是在计算机内存中同时存放几道相互独立的程序，使它们在管理程序控制之下，相互交替地运行。当某道程序因某种原因不能继续运行下去时（如等待外部设备传输数据），管理程序便将内存中的另一道程序投入运行，这样可以使 CPU 及各外部设备尽量处于忙碌状态，从而大大提高了计算机的使用效率。例如，用户程序 A 首先在 CPU 上运行，当它需要从光电机（即纸带输入机）输入新的数据而转入等待时，系统帮助它启动光电机进

行输入工作，并让用户程序 B 开始在 CPU 上运行，直到程序 B 需要进行输入/输出操作时，再启动相应的外部设备进行工作即可。

如果此时程序 A 的输入尚未结束，也无其他用户程序需要运行，则 CPU 处于空闲状态，直到程序 A 或程序 B 在输入结束后重新运行。若当程序 B 的输入/输出处理结束时，程序 A 仍在执行，则程序 B 需等待，直到程序 A 计算结束请求输出时，才转入程序 B 的执行。因此，当有多道程序工作时，CPU 将几乎始终处于忙碌状态。多道程序设计技术使得几道程序在系统内并行工作。但在冯·诺依曼型计算机结构中（在单 CPU 情况下），CPU 严格地按照指令计数器的内容顺序地执行每一个操作，即一个时刻只能有一个程序在处理机上执行。那么，如何理解多道程序的并行执行呢？多道程序设计技术可以实现同时被接收进入计算机内存的若干道程序相互交替地运行，即当一个正在 CPU 上运行的程序因为要进行输入/输出操作而不能继续运行时，就把 CPU 让给另一道程序。所以，从微观上看，一个时刻只有一个程序在 CPU 上运行；但从宏观上看，几道程序都处于执行状态（因为都已存放在内存中），有的正在 CPU 上运行，有的在打印结果，有的正在输入数据，它们的工作都在向前推进。我们把多道程序在单处理机上的逻辑上的同时执行称为并发执行。

综上所述，多道程序运行的特征如下。

（1）多道，即计算机内存中同时存放几道相互独立的程序。

（2）宏观上并行，同时进入系统的几道程序都处于运行过程中，即它们先后开始了各自的运行，但都未运行完毕。

（3）微观上串行，从微观上看，内存中的多道程序轮流地或分时地占有处理机，交替执行（单处理机情况）。

多道批处理的优点是系统的吞吐量高，缺点是对用户的响应时间（用户向系统提交作业到获得系统的处理这一段时间即为响应时间）较长，用户不能及时了解自己程序的运行情况并加以控制。

3.5 现代操作系统的分类

3.5.1 分时系统

20 世纪 60 年代中期，由于计算机硬件技术和软件技术的发展，产生了一种新的、既能实现用户的联机操作、又能保证机器使用效率的计算机系统，即分时系统。在分时系统中，一个计算机和许多终端设备连接，每个用户可以通过终端向系统发出命令，请求完成某项工作，而系统则分析从终端设备发来的命令，完成用户提出的要求。之后，用户又根据系统提供的运行结果，向系统提出下一个请求，这样重复上述交互会话过程，直到用户完成全部工作为止。在分时系统中，计算机能同时为许多终端用户服务，而且能在很短的时间内响应用户的要求。因为系统采用了分时技术，把处理机运行时间划分成很短的（如几百毫秒）时间片轮流地分配给各个联机作业使用，如果某个作业在分配给它的时间片用完之前计算还未完成，则该作业会暂时中断，等待下一轮继续计算，此时处理机让给另一个作业使用。这样，各个用户的每次请求都能得到快速响应，给每个用户的印象就好像其独占一台计算机一样。

在多道系统中采用分时技术就形成了分时操作系统。它一般采用时间片轮转的办法，使

一台计算机同时为多个终端用户服务。对每个用户都能保证足够快的响应时间，并提供交互会话功能。分时系统通过给每个用户提供一台“个人计算机”的方法提高了整个系统的效率。

分时系统具有以下特点。

(1) 多路性。众多联机用户可以同时使用一台计算机，所以亦称同时性。系统按分时原则为每个用户服务。宏观上，是多个用户同时工作，共享系统资源；而微观上，则是一个 CPU 轮流地按时间片为每个用户作业服务。

(2) 独占性。由于配置的分时操作系统是采用时间片轮转的办法使一台计算机同时为许多终端用户服务的，因此，客观效果是这些用户彼此之间感觉不到别人也在使用这台计算机，好像只有自己独占计算机一样。一般分时系统在 3s 之内响应用户要求，用户就会感到满意，因为这时用户在终端上感觉不到需要等待。

(3) 交互性。用户与计算机之间进行“会话”，用户从终端输入命令，提出计算要求，系统收到命令后分析用户的要求并给予执行，然后把运算结果通过屏幕或打印机输出，用户可以根据运算结果提出下一步要求，这样一问一答，直到全部工作完成。

(4) 及时性。用户的请求能在很短的时间内获得响应，此时时间间隔是以人们所能接受的等待时间来确定。

多道批处理系统和分时系统的出现标志着操作系统的形成。在某些计算机系统中配置的操作系统结合了批处理能力和交互作用的分时能力。它以前台/后台方式提供服务，前台以分时方式为多个联机终端服务，当终端作业运行完毕时，后台系统可以运行批量的作业。

3.5.2 实时系统

实时系统是操作系统的一种类型。对外部输入的信息，实时系统能够在规定的时间内处理完毕并做出响应。“实时”二字的含义是指计算机对于外来信息能够及时进行处理，并在被控对象允许的时间范围内做出快速反应。实时系统对响应时间的要求比分时系统更高，一般要求响应时间为秒级、毫秒级甚至微秒级。

实时系统按其使用方式不同分为两类：实时控制系统和实时信息处理系统。

实时控制系统利用计算机对实时过程进行控制和提供环境监督。过程控制系统是把从传感器获得的输入数据进行分析处理后，激发一个活动信号，从而改变可控过程，以达到控制的目的。例如，对轧钢系统中炉温的控制，就是通过传感器把炉温传给计算机控制程序，控制程序通过分析后再发出相应的控制信号以便对炉温进行调整，系统响应时间要满足温控要求。

实时信息处理系统是指利用计算机对实时数据进行处理系统。这类应用大多属于实现服务性工作，如自动订购飞机票系统、情报检索系统等。用户可以通过这样的系统预订飞机票、查阅文献资料。用户还可通过终端设备向计算机提出某种要求，而计算机系统处理后将通过终端设备回答用户，系统响应时间与分时系统相同，即满足人的反应时间。

实时系统主要是为联机实时任务服务的，其特点如下。

(1) 及时响应。系统对外部实时信号必须能做出及时响应，响应时间要满足能够控制发出实时信号的环境的要求。

(2) 高可靠性和安全性。实时系统要求有高可靠性和安全性，系统的效率则放在第二位。

(3) 系统的整体性强。实时系统要求管理的联机设备和资源，必须按一定的时间关系和逻辑关系协调工作。

(4) 交互会话功能较弱。实时系统没有分时系统那样强的交互会话功能,通常不允许用户通过实时终端设备编写新的程序或修改已有的程序。实时终端设备通常只作为执行装置或询问装置,是为特殊的实时任务设计的专用系统。

3.5.3 网络操作系统

计算机技术和通信技术的结合使得共享资源和分散计算能力的愿望成为现实。这两种技术的结合已经对计算机的组织方式产生了深远的影响。“计算机中心”的概念正在迅速地变得陈旧,集中式计算机系统的模式正被一种新的模式取代。在这种新模式中,计算任务是由大量分离而又互相连接的计算机来完成的,某一台计算机上的用户可以使用其他机器上的资源。于是引出了计算机网络的概念,计算机网络就是利用通信线路,将分散在不同地点的一些独立自主的计算机系统相互连接起来,按照网络协议进行数据传输和通信,实现资源的共享。这里要求计算机是“独立自主”的,即计算机网络中的各个计算机是平等的、可以独立工作的,任何一台计算机都不能强制性地启动、停止或控制另一台计算机。“互连”指的是两台计算机之间能彼此交换信息。连接不一定必须经过导线,也可以采用激光、微波来实现。

计算机联网的目的有以下两点。

- (1) 各计算机间资源共享、负载均衡。
- (2) 通过提供可替换的资源而达到高度的可靠性。

计算机网络能够使用户突破地域条件的限制使用远程计算机,并借助网络互相交换信息,从而大大拓展了计算机的应用范围。

计算机网络分为两大类:广域网和局域网。两者之间的主要区别是网络覆盖区域的大小不同。因特网是一种广泛区域内的数据包交换网络,已成为世界上连接范围最广、用户数量最多的广域网。网络中的每一台主机都作为客户服务器运行。实际上,因特网的每一个组元结点都被看做一台主机,甚至路由器也被视为主机。每一台主机都有一个唯一的因特网协议地址。

网络上的计算机是独立自主的,即各个计算机有自己的处理器、存储器、外部设备、各种软件资源和自己的用户。用户只能利用特定的语言和操作命令使用计算机。当计算机联网后,怎样才能适应网络环境的需要?一种较简单的方法是对原有的操作系统做某种改造,这样既不会使原有的软件失效,又可以实现网络通信的需要。这种方法是在原有的操作系统中增加一个模块——网络通信模块。它负责本机系统同网络中其他系统之间的资源共享和负载均衡,并实现网络中信息的传输。

3.5.4 分布式系统

一个分布式系统由若干台独立的计机构成,整个系统给用户的印象就像一台计算机。实际上,系统中的每台计算机都有自己的处理器、存储器和外部设备,它们既可独立工作(自治性),又可合作。在这个系统中各机器可以并行操作且有多个控制中心,即具有并行处理和分布式控制的功能。分布式系统是一个一体化的系统,在整个系统中要有一个全局的操作系统,它负责全系统(包括每台计算机)的资源分配和调度、任务划分、信息传输、控制协调等工作,并为用户提供一个统一的界面、标准的接口。于是,分布式操作系统便应运而生了。有了分布式操作系统,用户通过统一界面实现所需操作和使用系统资源,至于操作是在哪个

计算机上执行的或使用的是哪个计算机的资源则是系统决定的，用户无需了解，即系统对用户而言是透明的。

分布式系统和计算机网络的区别在于前者具有多机合作和健壮性。多机合作表现在自动的任务分配和协调，而健壮性表现在，当系统中有一个甚至几个计算机或通路发生故障时，其余部分可自动重构成一个新的系统，该系统仍可以工作，甚至可以继续其失效部分的全部工作。当故障排除后，系统自动恢复到重构前的状态。这种自动恢复功能体现了系统的健壮性。研制分布式系统的根本出发点和目的就是因为它具有多机合作和健壮性。正是由于多机合作，系统才具有响应时间短、吞吐量大、可用性好和可靠性高等特点。分布式系统是具有强大生命力的新生事物，在计算机技术和网络技术高度发达的今天，其应用的领域越来越广。

3.6 操作系统的主要特征

安装操作系统的目的在于提高计算机系统的效率，增强系统的处理能力，提高系统资源的利用率，方便用户的使用。为此，现代操作系统广泛采用并行操作技术，使多种硬件设备能并行工作。例如，I/O 操作和 CPU 计算同时进行，在内存中同时存放并执行多道程序等。以多道程序设计为基础的现代操作系统具有以下主要特征。

1. 并发性

并发性是指两个或多个事件在同一时间间隔内发生。在多道程序环境下，并发性是指在一段时间内，宏观上有多个程序在同时运行，但在单处理机系统中，每一时刻仅能有一道程序执行，故微观上这些程序只能是分时地交替执行。倘若在计算机系统中有多个处理机，则这些可以并发执行的程序便可被分配到多个处理机上，实现并行执行，即利用每个处理机来处理一个可并发执行的程序，这样多个程序便可同时执行。两个或多个事件在同一时刻发生称为并行。在操作系统中存在着许多并发或并行的活动。例如，系统中同时有三个程序在运行，它们可能以交叉方式在 CPU 上执行，也可能一个在执行计算，一个在进行数据输入，另一个在进行计算结果的打印。由并发而产生的一些问题是如何从一个活动转到另一个活动，如何保护一个活动不受另一个活动的影响，以及如何实现相互制约活动之间同步的功能。为使并发活动有条不紊的进行，操作系统就要对其进行有效的管理与控制。

2. 共享性

共享是指系统中的资源可供内存中多个并发执行的程序共同使用。由于资源属性的不同，对资源共享的方式也不同，目前主要有以下两种资源共享方式。

(1) 互斥共享方式。系统中的某些资源，如打印机、磁带机，虽然它们可以提供给多个用户程序使用，但为使打印或记录的结果不造成混淆，应规定在一段时间内只允许一个用户程序访问该资源。这种资源共享方式称为互斥式共享。

(2) 同时访问方式。系统中还有另一类资源，它们允许在一段时间内由多个用户程序“同时”对它们进行访问。这里所谓的“同时”往往是宏观上的，而在微观上，这些用户程序可能是交替地对该资源进行访问，如对磁盘设备的访问。

并发和共享是操作系统的两个最基本的特征，它们又互为对方存在的条件。一方面，资

源共享是以程序的并发执行为条件的，若系统不允许程序并发执行，则自然不存在资源共享问题；另一方面，若系统不能对资源共享实施有效管理，协调好多个程序对共享资源的访问，则必然影响到程序并发执行的程度，甚至根本无法并发执行。

3. 虚拟性

虚拟是指将一个物理实体映射为若干个逻辑实体。前者是客观存在的，后者是虚构的，是一种感觉性的存在，即主观上的一种想象。例如，在多道程序系统中，虽然只有一个 CPU，每次只能执行一道程序，但采用多道程序技术后，在一段时间间隔内，宏观上有多个程序在运行。在用户看来，就好像有多个 CPU 在各自运行自己的程序。这种情况就是将一个物理的 CPU 虚拟为多个逻辑上的 CPU，逻辑上的 CPU 称为虚拟处理机。类似的有虚拟存储器、虚拟设备等。

4. 不确定性

在多道程序环境下，允许多个程序并发执行，但只有程序在获得所需的资源后方能执行。在单处理机环境下，由于系统中只有一个处理机，因而每次只允许一个程序执行，其余程序只能等待。当正在执行的程序提出某种资源要求时，如打印请求，而此时打印机正在为其他程序打印，由于打印机属于互斥型共享资源，因此正在执行的程序必须等待，且放弃处理机，直到打印机空闲，并再次把处理机分配给该程序时，该程序方能继续执行。可见，由于资源等因素的限制，使程序的执行通常都不是“一气呵成”的，而是以“停停走走”的方式运行。内存中的每个程序在何时能获得处理机运行，何时又因提出某种资源请求而暂停，以及程序以怎样的速度向前推进，每道程序总共需多少时间才能完成等，都是不可预知的。因此，在操作系统中，存在着不确定性。

3.7 常用操作系统

目前最常用的操作系统是 Windows、UNIX、Linux 等。

3.7.1 MS-DOS 及 Windows 系列

Windows 系列与 MS-DOS 都是微软公司的产品，1975 年微软公司成立之初，只有 BASIC 程序。时至今日，微软公司已成为世界上最大的软件公司，其产品涵盖操作系统、编译程序、数据库管理系统、办公室自动化软件等各个领域。

1. MS-DOS

20 世纪 80 年代初，IBM 公司开始涉足 PC 领域时，曾多方考察并选择合适的操作系统。1980 年 11 月，IBM 和微软公司正式签约，之后的 IBM PC 均使用 DOS 作为标准的操作系统。由于 IBM PC 大获成功，微软公司也随之得到了飞速发展，MS-DOS 从此成为个人计算机操作系统的代名词，发展成为个人计算机的标准平台。

IBM PC 上所配的操作系统称为 PC DOS 或 IBM DOS，是 IBM 向微软公司买下 MS-DOS 的版权，另外做了修改和扩充而产生的。MS-DOS 最早的版本是 1981 年 8 月推出的 1.0 版本，至 1993 年 6 月推出了 6.0 版本，微软公司推出的最后一个 MS-DOS 版本是 DOS 6.22，以后不

再推出新的版本。MS-DOS 是一个单用户操作系统，自 4.0 版本开始具有多任务处理功能。

20 世纪 80 年代 DOS 最盛行时，全世界大约有 1 亿台个人计算机使用 DOS 系统，用户在 DOS 中开发了大量应用程序。由于这个原因，20 世纪 90 年代新的操作系统都提供对 DOS 的兼容性。

2. Windows NT 及 Windows 2000

微软公司在 20 世纪 80 年代中后期的主流产品 Windows 和 DOS 都是个人计算机上的单用户操作系统。1985 年开始，IBM 公司与微软公司合作开发了商用多用户操作系统 OS/2，1987 年 OS/2 推出后，微软公司开始计划建立自己的商用多用户操作系统。1988 年 10 月，微软公司聘任 Dave Culter 作为 NT 的主设计师，开始组建开发新操作系统的队伍。1993 年 5 月 24 日，微软公司正式推出 Windows NT。在相继推出 Windows NT 1.0、2.0、3.0、4.0 后，2000 年 2 月推出了 Windows 2000。Windows 2000 的下一个版本是 Windows XP。

Windows NT 及后来的 Windows 2000 是商用多用户操作系统，其开发目标是作为工作站和服务器上的 32 位操作系统，以充分利用 32 位处理器等硬件的新特性，并使其易于适应将来的硬件变化，能容易地随着新的市场需求而扩充，同时与已有应用程序保持兼容。

Windows NT 最初采用了 OS/2 的界面，后来因 Windows 操作系统的成功推出又改为使用 Windows 系列的界面。Windows NT 最初计划基于 Intel i860 CPU，1990 年时转为基于 Intel 80386/486 和 RISC CPU。Windows NT 较好地实现了设计目标（充分利用硬件新特性、可扩充性、可移植性、兼容性等），采用和实现了大量的新技术，其结构具有微内核、客户机/服务器、面向对象等先进特性。Windows NT 支持对称多处理、多线程程序、多个可装卸文件系统（FAT、HPFS、CDFS、NTFS 等），还支持多种常用 API 和标准 API（WIN 32、OS/2、DOS、POSIX 等），提供源码级兼容和二进制兼容，内置网络和分布式计算。Windows NT 安全性达到了美国政府 C2 级安全标准。

3.7.2 UNIX 家族

UNIX 是一种多用户操作系统，是目前的三大主流操作系统之一。1969 年诞生于贝尔（电话）实验室，由于其简洁、易移植等特点而很快得到了注意、发展和普及，成为跨越从微型机到巨型机范围的唯一操作系统。除了贝尔实验室的“正宗”UNIX 版本外，UNIX 还有大量的变种。例如，目前的主要变种有 SUN Solaris、IBM AIX 和 HP UX 等，不同变种间的功能、接口、内部结构基本相同而又各有不同。除变种外，UNIX 还有一些克隆系统，如 Math 和 Linux。克隆与变种的区别在于：变种是在正宗版本的基础上修改而来（包括界面与内部实现）的，而克隆则只是界面相同，内部则完全重新实现。有时也将克隆和变种统称为变种。

到 20 世纪 80 年代，UNIX 已在从微型机到巨型机等众多不同机型上运行。作为通用操作系统，当时 UNIX 的主要竞争对手是各计算机厂商的专有系统，如 IBM 的 OS 360/370 系列等。

目前主要的 UNIX 变种有 SUN 公司的 Solaris、IBM 公司的 AIX、HP 公司的 HP UX、SCO 公司的 SCO UnixWare、SGI 公司的 Irix，它们大多是基于 SVR4 的。

UNIX 最初的许多概念、命令、实用程序和语言，至今仍在沿用，显示了 UNIX 原始设计的简洁、高效和魅力。

3.7.3 Linux

Linux 最初是由芬兰赫尔辛基大学计算机系大学生 Linus Torvalds 编写的。

Linux 的兴起可以说是因特网创造的一个奇迹。由于它是在因特网上发布的，网上的任何人在任何地方都可以得到 Linux 的基本文件，并可通过电子邮件发表评论或者提供修正代码。这些 Linux 的热心者中，有将之作为学习和研究对象的大专院校的学生和科研机构的研究人员，也有网络黑客等，他们提供的所有初期的上载代码和评论，对 Linux 的发展至关重要。正是由于众多热心者的努力，使 Linux 在不到 3 年的时间中成为了一个功能完善、稳定可靠的操作系统。

1993 年，Linux 的第一个产品——Linux 1.0 问世的时候，是按完全自由版权进行扩散的。它要求所有的源代码必须公开，而且任何人不得从 Linux 中获利。后来，便有多家技术力量雄厚又善于市场运作的商业软件公司加入了原先完全由业余爱好者和网络黑客参与的运动，开发出了多种 Linux 的发布版本，增加了更易于用户使用的图形界面和众多的软件开发工具，极大地拓展了 Linux 的全球用户基础。

随着 Linux 用户基础的不断扩大，性能的不断提高，功能的不断增加，各种平台版本的不断涌现，以及越来越多商业软件公司的加盟，Linux 已经在不断地向高端发展，开始进入越来越多的公司和企业计算领域。

小 结

本章通过从系统软件、资源管理器和接口的角度对操作系统概念进行的阐述，给出了操作系统的定义，对操作系统的形成做了简述。

批处理与分时系统的出现，意味着操作系统的诞生。操作系统通常分为批处理操作系统、分时操作系统、实时操作系统、网络操作系统、分布式操作系统和个人计算机操作系统，并重点分析了分时操作系统、实时操作系统、网络操作系统及分布式操作系统的特点。

为了让读者对操作系统建立感性认识，分析了操作系统的主要特征，包括并发性、共享性、虚拟性和不确定性等。

最后对目前常用的操作系统 Windows、UNIX 和 Linux 的产生背景做了简要介绍。

思 考 题

1. 什么是操作系统？
2. 简述操作系统的形成过程。
3. 操作系统的主要功能是什么？
4. 操作系统的主要特征是什么？
5. 结合自己的使用经验，试解释当边用计算机听音乐，边上网浏览新闻时，操作系统是如何同时做到这些的？
6. 当同时打印两个文件，而计算机上只连接了一台打印机时，两个同时提交的打印任务是如何执行的？操作系统是如何做到的？
7. 简述 Linux 操作系统的特点。

第 4 章 计算机网络

人类社会信息化进程的加快，信息种类和信息量的急剧增加，要求更有效、更准确地大量传送信息，促使人们将简单的通信形式发展成网络形式。

本章将主要介绍计算机网络的概念及发展过程、计算机网络的组成和主要功能，以及网络安全相关的知识。

4.1 计算机网络概述

当代人类生活的时代是一个以网络为核心的信息时代，其特点是数字化、网络化和信息化。世界经济正从工业经济转变为知识经济。计算机网络给人们的生活带来了极大的方便，如办公自动化、网上银行、网上订票、网上查询、网上购物等。计算机网络不仅可以传输数据，更可以传输图像、声音、视频等多种媒体形式的信息，在人们的日常生活和各行各业中发挥着越来越重要的作用。目前，计算机网络已广泛应用于政治、经济、军事、科学及社会生活的方方面面。

4.1.1 计算机网络的概念

人们通常对计算机网络的定义是，计算机网络是将若干台独立的计算机通过传输介质相互物理地连接，并通过网络软件逻辑地相互联系到一起而实现信息交换、资源共享、协同工作和在线处理等功能的计算机系统。图 4-1 给出了一个简单的计算机网络系统的示意图，它将若干台计算机，如服务器、微型机和工作站互联成一个整体。

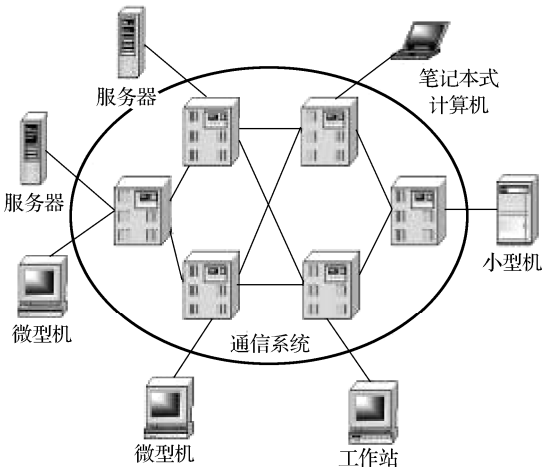


图 4-1 计算机网络

4.1.2 计算机网络形成及发展

从现代网络的形态出发, 追溯历史, 将有助于人们对计算机网络的理

1. 第一代——面对终端的计算机网络阶段

20 世纪 60 年代初, 计算机非常庞大和昂贵。为了共享资源, 实现信息采集和处理, 相对便宜的远程终端利用通信线路和中央计算机连接起来, 形成了面向终端的以单计算机为中心的联机系统。美国航空公司订票系统就是一个例子。该系统以一台大型计算机作为中央计算机, 外连 2000 多台终端遍布美国各地区。为了中央计算机更好地发挥效率进行数据的处理与计算, 通信任务从中央计算机中分离出来, 形成了通信处理机或称为前端处理机。

2. 第二代——计算机网络及分组交换网阶段

随着计算机技术和通信技术的进步, 形成了将多个单处理机联机终端网络互连, 以多处理机为中心的网络, 这种网络称为计算机-计算机网络, 简称计算机网络。在这一阶段, 由美国国防部高级计划属建成了分组交换网——ARPANet。该网络横跨美国东西部地区, 主要连接政府机构、科研教育及金融财政部门, 并通过卫星与其他国家实现网际互联。ARPA 网的主要技术创新体现在分组交换技术的应用及连接结点都是独立的计算机系统, 而且信道采用宽带传输, 网络作用范围大, 拓扑结构灵活。

3. 第三代——计算机网络体系结构标准化与局域网研发阶段

20 世纪 70 年代, 各计算机厂商制定了自己的网络技术标准, 并最终形成了计算机网络体系结构的国际标准。IBM 公司提出了系统网络体系结构 (System Network Architecture, SNA) 标准, DEC 公司提出了数字网络体系结构 (Digital Network Architecture, DNA) 标准。随后, 国际标准化组织成立了计算机与信息处理标准化委员会 (TC97) 下的开放系统互连分技术委员会 (SC16), 并于 1983 年制定了“开放系统互连参考模型 (OSI/RM)” 计算机网络的一系列国际标准。

4. 第四代——以 Internet 为核心的计算机网络阶段

Internet 始于 20 世纪 60 年代, 前身是由美国联邦政府开发的 ARPANet。1986 年, 美国国家科学基金会 (NSF) 建立了国家基金网 (NSFNet), 覆盖了全美主要的大学和研究机构。随着 NSFNet 主干网速率的不断提高, 它成为 Internet 的主要组成部分。1991 年以来, Internet 不断扩大, 各国的大学、研究部门、政府机构、商业组织纷纷接入。尤其是英国科学家 Tim Berners-Lee 开发的 WWW 技术的成熟应用, 有力地促进了 Internet 的推广应用。现在 Internet 包括了几十万个全球范围内的局域网, 这些局域网通过主干广域网互联起来。在互联网上, 每天增加上百万的新网页, 成为现实社会最大的信息公告板。与此同时, 电子商务、电子政务的发展, 进一步促进了信息技术的应用, 通信技术的长足发展与网络技术的紧密结合, 使得电信网络、电视网络与计算机网络向着融合统一的趋势发展。

4.1.3 计算机网络功能

计算机网络的功能主要体现在信息交换、资源共享和分布式处理 3 个方面。

1. 数据通信

通信是计算机网络的基本功能之一，它可以为网络用户提供了强有力的通信手段。建设计算机网络的主要目的是让分布在不同地理位置的计算机用户能够相互通信、交流信息。计算机网络可以传输数据及声音、图像、视频等多媒体信息。利用网络的通信功能，可以发送电子邮件、打电话、在网上举行视频会议等。

2. 资源共享

资源指的是网络中所有的软件、硬件和数据。共享指的是网络中的用户都能够部分或全部地使用这些资源。

计算机网络允许网络上的用户共享网络上不同类型的硬件设备，可共享的硬件资源有高性能计算机、大容量存储器、打印机、图形设备、通信线路、通信设备等。共享硬件的好处是提高硬件资源的使用效率、节约开支。

软件共享是网络用户对网络系统中的各种软件资源的共享，如主计算机中的各种软件等。数据共享是网络用户对网络系统中各种数据资源的共享。

3. 负载均衡和分布式处理

负载均衡是指将网络中的工作负荷均匀地分配给网络中的各计算机系统。当网络上某台主机的负载过重时，或者该计算机正在处理某项工作时，通过网络和一些应用程序的控制和管理，可以将任务交给网络上其他的空闲计算机处理，充分发挥网络系统中各主机的作用。分布处理将一个作业的处理分为 3 个阶段：提供作业文件；对作业进行加工处理；把处理结果输出。在单机环境下，上述 3 步都在本地计算机系统中进行。在网络环境下，根据分布处理的需求，可将作业分配给其他计算机系统进行处理，以提高系统的处理能力，高效地完成一些大型应用系统的程序计算及大型数据库的访问等。

4.1.4 计算机网络分类

计算机网络可以从不同的角度进行分类，常见的分类方法有地理范围、拓扑结构、通信媒体等，下面将通过地理范围进行分类。

1. 局域网

局域网（Local Area Network, LAN）将有限地理范围的一些计算机互连在一起，是一种通信子网，通常只包含 OSI 七层模型中的下 3 层。局域网可以由一个建筑物内或相邻建筑物的几百台至上千台计算机组成，也可以小到连接一个房间内的几台计算机、打印机和其他设备。局域网主要用于实现短距离的资源共享。如图 4-2 所示为一个由几台计算机和打印机组成的典型局域网。

2. 城域网

城域网（Metropolitan Area Network, MAN）是一种大型的 LAN，它的覆盖范围介于局域网和广域网之间，一般为几千米至几万米，城域网覆盖在一个城市内，它将位于一个城市之内不同地点的多个计算机局域网连接起来实现资源共享。如图 4-3 所示为不同建筑物内的局域网组成的城域网。

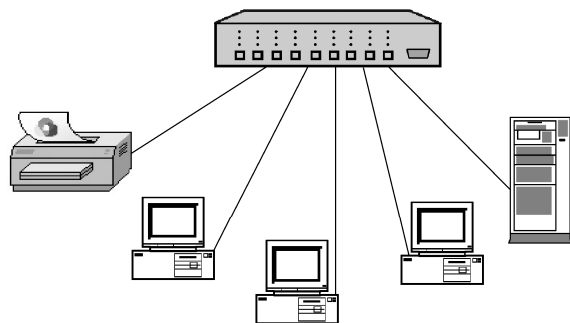


图 4-2 局域网

3. 广域网

广域网（Wide Area Network，WAN）是在一个广阔的地理区域内进行数据、语音、图像信息传输的计算机网络。由于远距离数据传输的带宽有限，因此广域网的数据传输速率比局域网要慢得多。广域网可以覆盖一个城市、一个国家甚至于全球。如图 4-4 所示为一个简单的覆盖在城市之间的广域网。

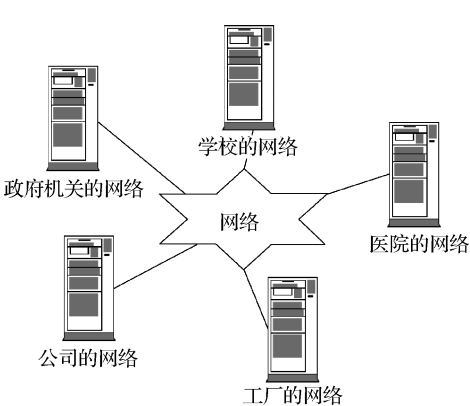


图 4-3 城域网

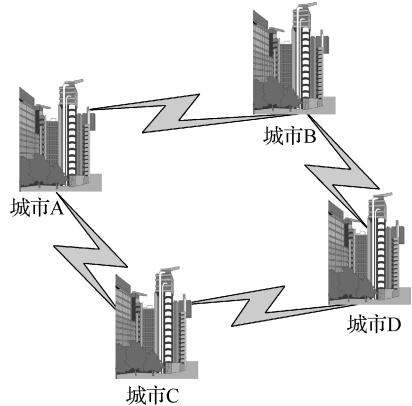


图 4-4 广域网

4.1.5 计算机网络的拓扑结构

网络拓扑结构是计算机网络结点和通信链路组成的几何形状。计算机网络有很多种拓扑结构，最常用的网络拓扑结构有总线型结构、环形结构、星形结构、树形结构。在实际构造网络时，大量的网络是这些基本拓扑结构的结合。

1. 总线型拓扑结构

总线型结构采用一条单根的通信线路（总线）作为公共的传输通道，所有的结点都通过相应的接口直接连接到总线上，并通过总线进行数据传输。例如，在一根电缆上连接了组成网络的计算机或其他共享设备（如打印机等），如图 4-5 所示。由于单根电缆仅支持一种信道，因此连接在电缆上的计算机和其他共享设备共享电缆的所有容量。连接在总线上的设备越多，网络发送和接收数据就越慢。

总线型拓扑结构的优点：结构简单、布线容易，连线总长度小于星形结构，只要在总线

上进行简单的加接 T 形头, 即可对站点进行扩充, 传输媒介为无源元件, 从硬件角度来看, 十分可靠。

2. 星形拓扑结构

如图 4-6 所示, 星形拓扑结构中, 每一结点都通过点到点的链路与中心结点相连。中心结点可以是中心交换设备、主机等。数据的传输通过中心结点的存储转发实现各结点的信息通信。该结构通信协议简单, 任何一个连接只涉及中央结点和一个站点, 易于扩充, 便于维护和管理。但网络的任务与可靠性都集中在中心结点上, 属于集中控制, 一旦中心结点出现故障, 就会引起整个网络的瘫痪, 中心结点也容易成为数据交换的瓶颈。

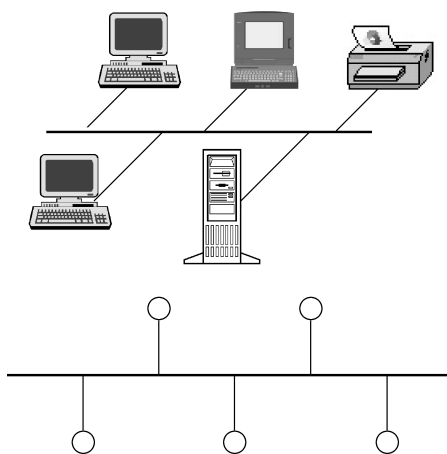


图 4-5 总线型拓扑结构

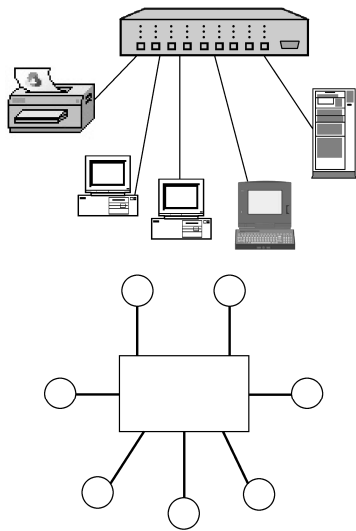


图 4-6 星形拓扑结构

3. 环形拓扑结构

环形拓扑结构中, 网络结点连接在一条首尾相接的闭合环形通信线路中, 如图 4-7 所示, 这种结构使公共传输电缆组成环形连接。环形结构有单环结构 (如令牌环) 与双环结构 (如光纤分布式数据接口) 两种。环中的数据都是沿一个方向逐站传输的。这种结构各站无主从关系, 结构简单, 传输速率高, 传输距离远。数据传输延迟固定, 从而便于实时控制。但任何线路或结点的故障, 都会引起全网故障, 而且扩充性差。由于环形网络独特的优势, 它被广泛应用于分布式处理中。

4. 树形拓扑结构

如图 4-8 所示, 树形拓扑结构中, 网络结点形成了层次化的结构, 形状如一棵倒置的树。通常, 高层的结点具有管理和协调功能, 底层的结点实现具体的网络应用和数据处理。这种结构简单, 传输延迟固定。但是对于网络结点的添加、退出及线路的维护和管理都比较复杂, 需要从高层到低层逐层完成, 而且分层不能过多, 以免增加高层结点的负担和数据传输延迟, 这种结构资源共享能力差, 可靠性低, 任何一个工作站或链路的故障都会影响整个网络的运行。

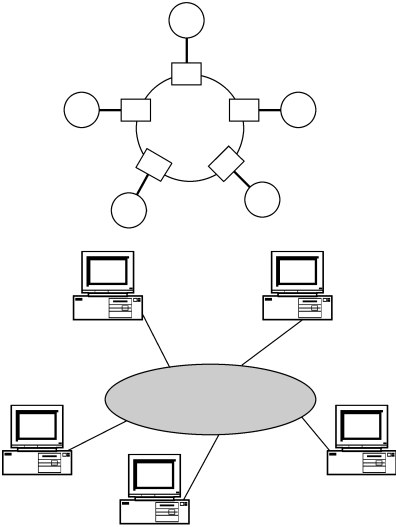


图 4-7 环形拓扑结构

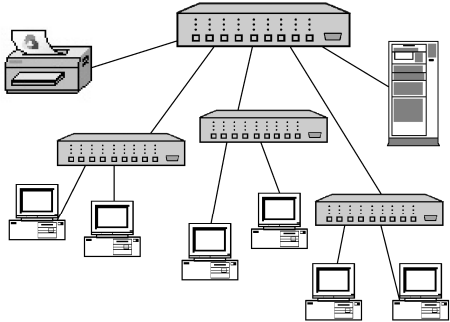


图 4-8 树形拓扑结构

Internet 是当今世界上规模最大、用户最多、影响最广泛的计算机互联网络。Internet 上接有大大小小、成千上万个不同拓扑结构的局域网和广域网。因此，Internet 本身的拓扑只是一个虚拟拓扑结构，无固定形式。也可以说，它是混合拓扑结构。

4.1.6 计算机网络体系结构

计算机网络体系结构是对复杂网络系统的逻辑抽象，这样便于实现网络系统的交流、升级、标准化与互连。它将整个网络进行层次划分构造成纵向和横向结构关系，纵向的网络层次通过层间的接口进行联系，横向的对等层实体间通信协议实现联系。目前主要有两种模型，一种是理论标准模型，即 OSI 参考模型；另一种是实际应用模型，即 TCP/IP 模型。

1. OSI 参考模型

网络体系结构是对整个网络系统的逻辑结构进行层次化和功能划分，因此，包含了不同的硬、软件的组织 and 设计。为了实现不同厂家和公司的计算机系统之间，以及不同网络之间的数据通信，基于 OSI 的建议，于 1983 年形成了正式标准——开放系统互连参考模型（Open System Interconnection Reference Model, OSI/RM），它是为不同开放系统的应用进程之间的通信定义的标准。

如图 4-9 所示，OSI/RM 共分 7 层，自下向上分别为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。

数据在这几个层次中逐层进行传输。如某台主机上的进程 P1 向另外一台主机的进程 P2 传送数据，P1 先将数据交给应用层，应用层在数据上加上必要的控制信息变为下一层的数据。表示层收到应用层提交的数据后，加上本层的控制信息，再交给会话层，以此类推。需要注意的是，到达物理层后由于是比特流的传送，所以不再加上控制信息。当这一串比特流经过网络的物理媒体传送到目的站点时，即从物理层开始依次传送到应用层。

2. TCP/IP 模型

TCP/IP 模型是当前世界上最大的、开放的互联网的体系结构，Internet 是由众多网络相互

连接而成的特定的计算机网络，通过 TCP/IP 协议使得世界各地的计算机用户共享信息资源。TCP/IP 是 Internet 的核心协议。在 TCP/IP 模型中，网络划分为 4 层体系结构，自下向上分别为网络接口层、网际层、传输层和应用层，如图 4-10 所示。

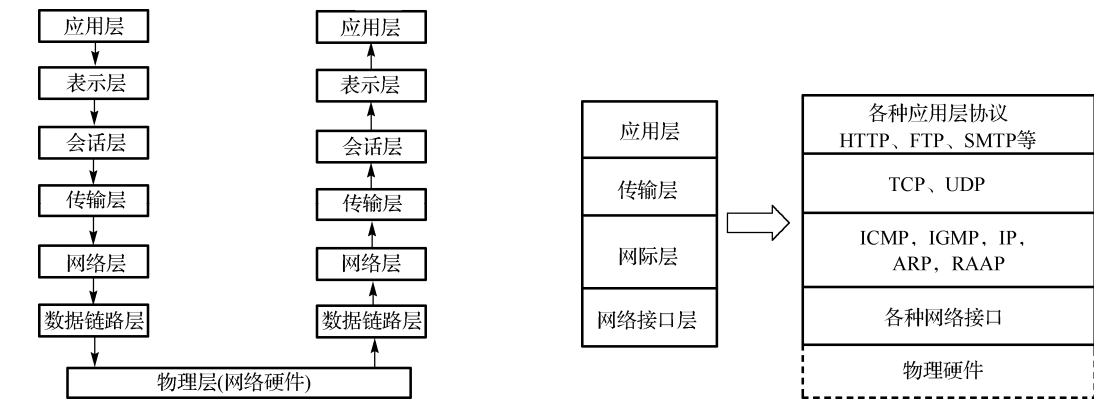


图 4-9 OSI 参考模型

图 4-10 TCP/IP 模型

网络接口层提供了各种网络的接口，负责与物理网络的连接。它包含所有现行网络访问标准，如 LAN、ATM 等。网际层负责不同网络或同一个网络中计算机之间的通信，主要处理数据报和路由。网际层的核心是 IP。IP 协议是无连接的协议，不保证数据报传输的可靠性。传输层提供端到端的通信，主要功能是信息格式化、数据确认和丢失重传等。传输层提供了 TCP 协议和 UDP 协议。应用层包含常用的应用程序，如远程登录（Telnet）、文件传输协议（FTP）、超文本传输协议（HTTP）等。

两种模型层次的对应关系如图 4-11 所示。

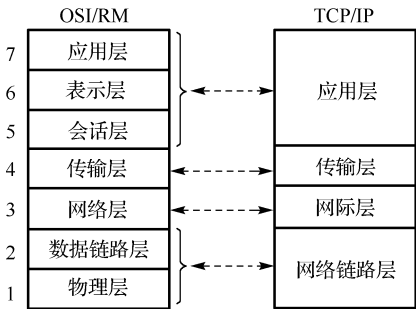


图 4-11 OSI 模型与 TCP/IP 模型层次的对应关系

4.2 数据通信基础

数据通信技术是构成现代计算机网络的重要基石之一。随着计算机网络的发展，计算机技术与数据通信技术融为一体，密不可分。数据通信系统一般由数据传输设备、传输控制设备和传输控制规程及通信软件组成。这里简单介绍一些有关数据通信的基本知识，以便于读者更好地理解计算机网络。

4.2.1 基本概念

1. 数据通信

数据通信系统通过传输媒体将信息从一个地方传送到另一个地方的电子系统。在通信过程中，数据以信号形式出现。信号有模拟信号和数字信号两种形式。

对一个通信系统来说，它必须具备信源、传输媒体、信宿 3 个基本要素。其中，信源是信息的发源地，传输媒体是信息传输过程中承载信息的媒体，信宿是接收信息的目的地。

2. 信道

在传输介质电路中，用信道表示向某一个方向传送信息的媒体。一般可以将信道视为一条通信电路的逻辑部分。

信道按照传输介质可分为有线信道、无线信道和卫星信道。

信道按照使用权限可分为专用信道和公用信道。

信道按照传输信号的种类可分为模拟信道和数字信道。

不同类型的信道具有不同的特征和使用方式，模拟信道传输的是连续变化的、具有周期性的正弦波信号；而数字信道传输的是离散的二进制脉冲信号。现在计算机通信使用的通信信道在主干线路上基本是数字信号。

3. 带宽

带宽是指信道能传送信号的频率宽度，即可传送的信号的最高频率与最低频率之差。例如，一个标准电话话路的频带为 300~3400Hz，即带宽为 3100Hz。由于传输信号会产生各种失真，外界的干扰也会以各种不同的方式进入信道，在实际使用中只能利用频带中间的一段，其带宽约为 2400Hz。

通常用带宽来描述传输介质的传输容量，介质的容量越大，带宽越宽，通信能力越强，传输速率就越高。

4.2.2 通信传播介质

传输介质就是通信中实际传送信息的载体，在网络中是连接收发双方的物理通路。传输介质可分为有线介质和无线介质。有线介质可传输模拟信号和数字信号，无线介质大多传输数字信号。

1. 有线介质

目前常用的有线介质是双绞线、同轴电缆和光纤。

1) 双绞线

双绞线是最常用的一种传输介质，它由两条具有绝缘保护层的铜导线相互绞合而成。把两条铜导线按一定的密度绞合在一起，可增强双绞线的抗电磁干扰能力。一对双绞线形成一条通信链路。在双绞线中可传输模拟信号和数字信号。双绞线通常有非屏蔽式和屏蔽式两种。

2) 同轴电缆

同轴电缆由圆柱形金属网导体（外导体）及其包围的单根金属芯线（内导体）组成，外导体与内导体之间由绝缘材料隔开，外导体外部也是一层绝缘保护套。

同轴电缆有两种基本类型：基带同轴电缆和宽带同轴电缆。基带同轴电缆一般只用来传输数据，不使用 Modem，因此较宽带同轴电缆经济，适用于传输距离较短、速度要求较低的局域网。基带同轴电缆的外导体是用铜做成网状的，特性阻抗为 50Ω 。宽带同轴电缆传输速率较高，距离较远，但成本较高。它不仅能传输数据，还可以传输图像和语音信号。宽带同轴电缆的特性阻抗为 75Ω 。

3) 光纤

光纤是目前发展最为迅速、应用广泛的传输介质。它是一种能够传输光束的、细而柔软的通信媒体。光纤通常是由石英玻璃拉成细丝，由纤芯和包层构成的双层通信圆柱体，其结构一般是由双层的同心圆柱体组成的，中心部分为纤芯。常用的多模纤芯直径为 $62\mu\text{m}$ ，纤芯以外的部分为包层，一般直径为 $125\mu\text{m}$ 。

2. 无线介质

目前常用的无线信道有微波通信、红外线通信和光通信。采用无线信道，可省去线路的架设，也允许数字终端设备在一定范围内随意移动，适用于军事、野外等特殊场合。但无线通信对环境较为敏感，如受雨水、雾和雷电影响，无线通信也易被窃听、易受干扰。

4.3 Internet 的基础知识

Internet 是一个由各种不同类型和规模并独立运行和管理的计算机网络组成的全球范围的计算机网络，组成 Internet 的计算机网络包括局域网、城域网及大规模的广域网。支持 Internet 的各种软件、硬件，以及由它们组成的各种系统为 Internet 的用户提供了各种各样的应用系统。这些应用系统把各种 Internet 信息资源有机结合在一起，从而构成了 Internet 拥有的一切。

4.3.1 常用网络术语

1. IP 地址

IP 地址是网际协议地址的简称，用于 Internet 中主机的唯一标识。通信时要利用 IP 地址来指定目的主机地址。有两种形式来表示计算机的地址，其中一种是数字表示的地址，称为 IP 地址。

1) IP 地址的组成

通常所说的 IP 使用 32 位的地址，也可称为 IPv4。它的地址由类别、网络地址和主机地址共 3 个部分组成。类别用于区分地址的使用方式，网络地址用于区分不同的网络，主机地址用于在一个网络中区分不同主机。

2) IP 地址的分类

所谓“分类”就是将 IP 地址划分为若干个固定类，每一类地址都由两个固定长度的字段组成，其中一个字段是网络号，它标识主机所连接到的网络；而另一个字段则是主机号，它标识该主机。或者说，这两级的 IP 地址可以记为：IP 地址={（网络号），（主机号）}。IP 地址分成 5 类：A 类（Class A），B 类（Class B），C 类（Class C），D 类（Class D），E 类（Class E）。其中，A、B 和 C 类地址是基本的 Internet 地址，是用户使用的地址，D 类地址是多目标广播的广播地址，E 类地址为保留地址。

(1) 基本网络地址。

A 类地址通常分配给有许多机器级网的大型网络，它用第一位“0”作为标志。使用 24 位主机地址来标识联网计算机，网内主机可达 1600 万个，而网络地址使用 7 位来限制可被识别的网络数目。

B 类地址用“10”作为标志，使用 16 位主机地址和 14 位网络地址；网内主机最多可有 65534 个。

C 类地址用“110”作为标志，主机地址占 8 位，网内主机数目有 254 个，网络地址有 21 位，C 类地址主要用于联网主机数目少而网络数目多的网络。

D 类地址的标志是“1110”，用于多目标广播。

32 位的 IP 地址分成 4 组，每组 8 位。如果用 w、x、y、z 分别表示这 4 个字节，则 5 类地址的范围如下。

A 类：1.x.y.z~126.x.y.z（其中，127.0.0.1 不作为 IP 地址，用于网络内部使用）。

B 类：128.x.y.z~191.x.y.z。

C 类：192.x.y.z~223.x.y.z。

D 类：224.x.y.z~239.255.255.255（其中，244.0.0.0 不使用，224.0.0.1 分配给永久性 IP 主机组，包括网关）。

(2) 特殊的 IP 地址。

网络地址：主机地址为全“0”的 IP 地址不分配给任何主机，而作为网络本身的标识。例如，主机 202.198.151.136 所在网络的网络地址为 202.198.151.0。

直接广播地址：主机地址为全“1”的 IP 地址不分配给任何主机，用做广播地址，对应分组传递给该网络中的所有结点（能否执行广播，则依赖于支撑的物理网络是否具有广播的功能）。

例如，主机 202.198.151.136 所在网络的广播地址为 202.198.151.255。

有限广播地址：32 位为全“1”的 IP 地址（255.255.255.255）称为有限广播地址，通常由无盘工作站启动时使用，希望从网络 IP 地址服务器处获得一个 IP 地址。

主机本身地址：32 位为全“0”的 IP 地址（0.0.0.0）称为主机本身地址。

回送地址：127.0.0.1 称为回送地址，常用于本机上软件测试和本机上网络应用程序之间的通信地址。

3) 子网掩码

子网掩码的长度是 32 位，若某位为“1”，则表示对应 IP 地址中的这一位是网络地址中的一位；若某位为“0”，则表示对应 IP 地址中的这一位是主机地址中的一位。子网掩码与 IP 地址做逻辑“与”运算，可分离出网络地址。

2. 域名和域名系统

1) 域名系统

IP 地址用数字来代表主机的地址，域名地址的意义就是以一组英文简写来代替难记的数字。为了便于网络地址的分层管理和分配，互联网采用了域名系统。

域名系统主要由域名空间的划分、域名管理和地址转换 3 部分组成。

TCP/IP 采用分层结构方法命名域名。这种命名方法的优点是将结构加入到名称的中间。

将名称分成若干层次，每个层次只管理自己的内容。此外，每一层又分成若干部分，这样一层层分开，使整个域名空间形成一个倒立的分层树形结构，每个结点上都有一个名称。这样，一台主机的名称就是该树形结构从树根到树叶路径上每个结点名称的一个序列。很显然，只要同一层不重名，域名就不会重复。

2) 域名的结构

域名的写法类似于点分十进制的 IP 地址的写法，用点号将各级子域名分隔开来，域的层次从右到左分别称为顶级域名、二级域名、三级域名。典型的域名结构如下：

主机名.单位名.机构名.国家名

(1) 顶级域名。

为了保证域名系统的通用性，Internet 规定了一些正式的通用标准，分为区域名和类型名。区域名用两个字母表示世界各国或地区，表 4-1 列出了国家或地区域名代码，表 4-2 列出了类型域名代码。

表 4-1 国家或地区域名代码

域名	国家或地区	全称
Au	澳大利亚	Australia
Ca	加拿大	Canada
Ch	瑞士	Switzerland "Confoederatio Hlvtia"
Cn	中国	China
De	德国	Germany "Deutschland"
Es	西班牙	Spain "Espana"
Fr	法国	France
Hk	香港	HongKong
Jp	日本	Japan
Tw	台湾	Taiwan
Uk	英国	United Kingdom
Us	美国	United States

表 4-2 类型域名代码

域名	意义	域名	意义
com	商业组织	store	从事商品销售的企业
edu	教育机构	rec	强调消遣和娱乐的实体
gov	政府部门	web	与 WWW 特别相关的实体
mil	军事部门	info	提供信息服务的实体
net	网络支持中心	arts	强调文化和娱乐的实体
org	非盈利组织	nom	个体或个人
firm	商业、公司	int	上述以外的机构

(2) 中国互联网的域名体系。

中国互联网的域名体系顶级域名为 cn。二级域名共 40 个，分为类别域名和行政区域域名两类。其中，类别域名有 6 个，包括 ac（科研机构）、com（工商金融）、edu（教育机构）、gov（政府部门）、net（网络结构）、org（非盈利组织）；行政区域名有 34 个，对应我国的各省、自治区和直辖市，采用两个字符的汉语拼音表示，如 bj 表示北京，sh 表示上海等。

4.3.2 Internet 的基本服务

Internet 的基本服务有 4 种：WWW 服务、电子邮件、文件传输和远程登录。

1. WWW 服务

WWW 服务是 Internet 使用最广泛的一种服务，它以超文本标记语言与超文本传输协议为基础，能够以十分友好的借口提供 Internet 信息查询服务，信息以 Web 网页的形式传输到客户端的浏览器中，Web 网页采用超文本的格式，它除了包括文本、图像、声音、视频等信息外，还含有指向其他 Web 页面或页面本身的超链接。

2. 电子邮件

电子邮件服务器是邮件服务系统的核心。电子邮箱是在邮件服务器中为每个合法用户开辟一个存储用户邮件的空间。使用简单邮件传输协议相互传输邮件，使用 POP3 协议或者 IMAP 协议读取邮件。电子邮箱地址格式为用户名@主机域名。

3. 文件传输

文件传输协议使用客户机/服务器模式，将文件从客户机传送到客户端称为下载，反之称为上传。

4. 远程登录

远程登录是指用户使用 Telnet 命令，使自己的计算机暂时成为远程计算机的一个仿真终端的过程，一旦实现了远程登陆即可像远程计算机链接的本地终端一样工作。

4.4 网 络 安 全

4.4.1 网络安全的基本概念和特征

网络安全从其本质上讲就是网络中的信息安全，指网络系统的硬件、软件及数据受到保护，不遭受破坏、更改、泄露，系统可靠正常地运行，网络服务不中断。从用户的角度，他们希望涉及个人和商业的信息在网络上传输时受到机密性、完整性和真实性的保护，避免其他人或对手利用窃听、冒充、篡改、抵赖等手段对自己的利益和隐私造成损害和侵犯。从网络运营商和管理者的角度来说，他们希望对本地网络信息的访问、读写等操作受到保护和控制，避免出现病毒、非法存取、拒绝服务和网络资源的非法占用和非法控制等威胁，制止和防御网络“黑客”的攻击。

网络安全根据其本质的界定，应具有以下基本特征。

1. 机密性

机密性是指信息不泄露给非授权的个人、实体和过程，或供其使用的特性。在网络系统的各个层次上都有不同的机密性及相应的防范措施。在物理层，要保证系统实体不以电磁的方式向外泄露信息。在运行层面，要保障系统依据授权提供服务，使系统任何时候都不被非授权人使用，被黑客入侵、口令攻击、用户权限非法提升、资源非法使用等。

2. 完整性

完整性是指信息未经授权不能被修改、不被破坏、不被插入、不延迟、不乱序和不丢失的特性。

3. 可用性

可用性是指合法用户访问并能按要求顺序使用信息的特性，即保证合法用户在需要时可以访问到信息及相关资料。

在物理层，要保证信息系统在恶劣的工作环境下正常进行。在运行层面，要保证系统时刻能为授权人提供服务，保证系统的可用性，使得发布者无法否认发布的信息内容。接收者无法否认接收的信息内容，对数据抵赖采取数字签名。

4.4.2 网络的脆弱性

计算机网络的脆弱性涉及一切信息系统或信息网络中可被非预期利用的方面。从整体上看，计算机网络系统在设计、实施、应用和控制过程中存在的一切可能被攻击者利用而造成安全危害的缺陷都是网络的脆弱性。网络信息系统遭受损失，最根本的原因在于其本身存在的脆弱性。网络系统的脆弱性主要来源于以下几个方面。

1. 信息系统的软、硬件安全漏洞

由于计算机系统在硬件、软件、协议设计与实现等过程中及系统安全策略上都不可避免地存在缺陷和瑕疵，从而造成了攻击者很容易利用它们实施攻击的事实。例如，编程过程中由于疏忽而导致逻辑错误是很普遍的现象；数据处理也比数值计算更容易发生逻辑错误；软件模块的复杂调用关系也给软件维护带来了困境；不同种类的软、硬件设备中，同种设备的不同版本，甚至不同设备构成的不同系统之间的相互协调等都存在不同的安全问题。攻击者通过这些系统安全漏洞获得计算机系统的额外权限，获取系统的机密信息，破坏系统的保密性、完整性和可用性。

2. 网络结构的复杂性

计算机网络的根本职能：一是提供网络通信，二是实现网络信息共享。由于互联网最初被设计为一个开放的接入模型，民主自由的设计观在带来网络繁荣的同时也使得网络的复杂性级数增长。时至今日，互联网已经成为全球最大的复杂系统，数以亿计的网络结点和网络链路导致其结构根本无法探明。网络连接结构也是随时动态变化的。各种脆弱因素因为网络关联在一起，使得对网络脆弱性分析变得更为困难。病毒、木马及网络蠕虫在互联网的传播具有明显的分岔、混沌等非线性复杂动力学行为特征。这些安全危害在网络中泛滥，导致有限资源下的网络免疫变得十分困难。

3. 用户网络行为的复杂性

一般来说，互联网包含经济代理机构的基本概念，这有别于传统分布式计算：互联网的不同部分有不同的所有者，不同的经济动机，但它们合作提供了端到端的全面服务。互联网跨越了截然不同的法律、公约和习惯。能够构建网络的技术在人类的梦想和发明中不断变化，是多元化的、充满潜在冲突的和私人行为的。网络在设计之初是无法周全地考虑到人们日后

的复杂行为的。当前掌握网络知识的人数迅速增长,使得大量人员拥有攻击网络的技能。网络系统广泛采用标准协议,攻击者更容易获得系统或网络漏洞,攻击代价降低,更加容易实施。因此,一些网络的既定构件在新的用户行为下成为了新的脆弱性。因此,网络安全防范总是陷入到一个“道高一尺,魔高一丈”的循环对抗中。

4. 增加的安全措施本身带来的脆弱性

脆弱性问题与时间紧密相关。随着时间的推移,旧的脆弱性会不断得到修补或纠正,新的脆弱性会不断出现,因而脆弱性问题长期存在。网络中的一些软件、硬件可能在尚未完善时就被应用。未克服系统中原始的脆弱性而采用的各种控制措施往往会带来新的脆弱性。一些新增加的安全措施本身也不安全,或者顾此失彼,带来了新的安全问题。

4.4.3 网络安全措施

1. 安全技术手段

物理措施:如保护网络关键设备(如交换机、大型计算机等),制定严格的网络安全规章制度,采取防辐射、防火及安装不间断电源等措施。

访问控制:对用户访问网络资源的权限进行严格的认证和控制。例如,进行用户身份认证,对口令进行加密、更新和鉴别,设置用户访问目录和文件的权限,控制网络设备配置的权限等。

数据加密:加密是保护数据安全的重要手段。加密的作用是保障信息被人截获后不能读懂其含义,防止计算机网络病毒,安装网络防病毒系统。

网络隔离:网络隔离有两种方式,一种是采用隔离卡来实现的,一种是采用网络安全隔离网闸实现的。(隔离卡主要用于对单台机器的隔离,网闸主要用于对于整个网络的隔离。)

其他措施:包括信息过滤、容错、数据镜像、数据备份和审计等。近年来,围绕网络安全问题提出了许多解决办法,如数据加密技术和防火墙技术等。数据加密指对网络中传输的数据进行加密,到达目的地后再解密还原为原始数据,目的是防止非法用户截获后盗用信息。防火墙技术通过对网络的隔离和限制访问等方法来控制网络的访问权限。

2. 安全防范意识

拥有网络安全意识是保证网络安全的重要前提。许多网络安全事件的发生都和缺乏安全防范意识有关。

小 结

计算机网络是指将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备,通过通信线路连接起来,在网络操作系统,网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下,实现资源共享和信息传递的计算机系统。随着经济的快速发展,计算机网络已经成为生活中不可或缺的一部分,起到了越来越重要的作用。本章着重介绍了关于计算机网络的一些基础知识,包括计算机网络的发展简史、计算机网络的功能、计算机网络的拓扑结构、Internet 的基本知识

以及计算机网络安全的相关知识。通过对本章的学习，希望读者能对计算机网络有一个初步的认识。

思 考 题

1. 计算机网络经历了哪几个发展阶段？
2. 计算机网络是如何进行分类的？
3. 计算机网络的拓扑结构是什么？分为哪些类型？
4. TCP/IP 协议栈和 OSI 七层模型之间有何区别？
5. 通信介质有哪些类型？
6. Internet 的基本服务有哪些？
7. 网络的脆弱性指的是什么？
8. 网络安全措施有哪些？

第5章 Office 2013 办公软件

Office 2013 是 Microsoft 公司推出的一款集成办公软件，其应用涉及办公自动化的所有领域，从编辑处理文档的 Word 2013、处理表格的 Excel 2013 到制作演示文稿的 PowerPoint 2013，任何一个组件都是一个功能强大的软件，都具有大量的操作命令和各自的设计制作理念。

5.1 文字处理软件 Word 2013

Word 是目前使用非常广泛的文字处理软件之一，作为 Microsoft Office 办公软件中使用频率最高、功能最强的一个组件，它可以实现图文编辑、排版等多种功能，从而高质量、高效率地处理各种文件、资料及各类书信等。

本节主要介绍 Word 2013 的基本知识和基本操作方法，包括 Word 2013 的启动与退出，文档的创建与编辑、修改，文档的格式化，文档的版面设置与打印，表格的插入和编辑，插入图形、文本框和艺术字等其他对象，简单绘制图形等。

5.1.1 Word 2013 文档与窗口操作

文字处理软件的主要功能是创建文本或文档文件，还可以进行图文混排。一般而言，文字处理有格式化和非格式化两种。非格式化使用 ASCII 码及 Unicode 编码，也称纯文本文件。格式化文件一般称为文档文件，在 Word 2013 中以.docx 为扩展名。文档支持图形、表格及其他类型的数据格式，带有排版信息，如字体、字形、段落和页面设置等。

1. Word 2013 的窗口

1) 启动 Word 2013

在已安装 Word 2013 的情况下，有以下几种方法可以启动。

(1) 通过“开始”菜单启动。

单击“开始”按钮，打开“开始”菜单，选择“所有程序”选项，选择级联菜单中“Microsoft Office→Microsoft Office Word 2013”选项，即可启动 Word。

(2) 利用桌面上的快捷图标启动。

如果在桌面上设置了快捷图标，则双击此快捷图标也可启动 Word 2013。

(3) 直接利用已经创建的文档进入 Word。

在 Windows 的“我的电脑”或资源管理器窗口中浏览文件，双击查找到的 Word 文档，即可进入 Word 2013。

2) Word 2013 窗口介绍

启动 Word 2013 应用程序后，屏幕上会打开如图 5-1 所示的工作窗口。它主要由标题栏、功能区、状态栏和文档编辑区等部分组成。

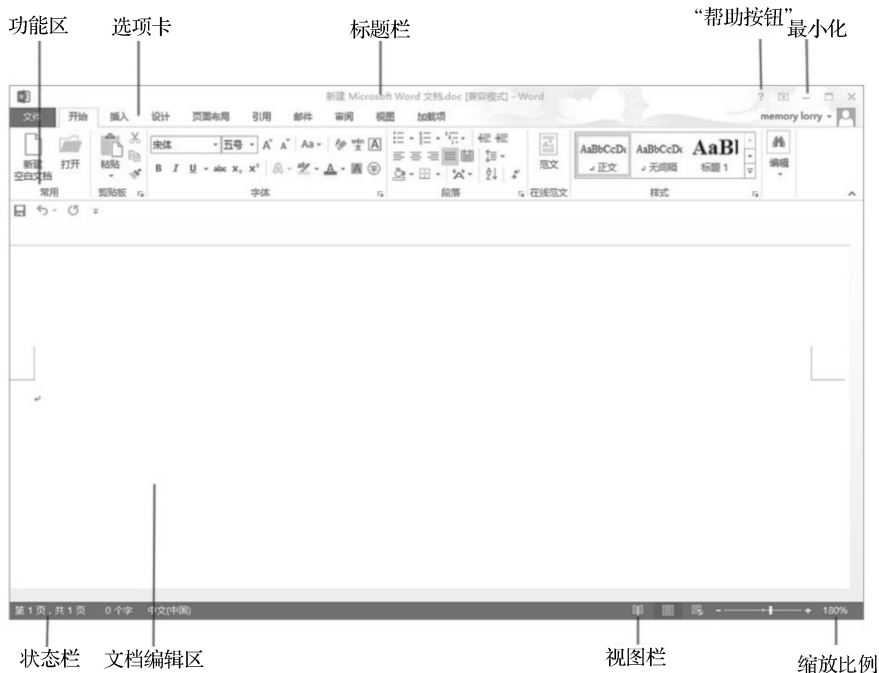


图 5-1 Word 2013 工作窗口

(1) Word 2013 功能区。

Microsoft Word 升级到 Word 2013 后，取消了传统的菜单操作方式，设置了各种功能区。在 Word 2013 窗口上方是功能区的名称，当单击这些名称时并不能打开菜单，而是切换到与之相对应的功能区面板。每个功能区根据功能的不同又分为若干个组，下面简要介绍每个功能区拥有的功能。

① “开始”功能区：“开始”功能区中包括剪贴板、字体、段落、样式和编辑 5 个组，对应 Word 2003 的“编辑”和“格式”菜单的部分选项。该功能区主要用于帮助用户对 Word 2013 文档进行文字编辑和格式设置，是用户最常用的功能区。

② “插入”功能区：“插入”功能区包括页面、表格、插图、应用程序、媒体、链接、批注、页眉和页脚、文本、符号几个组，对应 Word 2003 中“插入”菜单的部分选项，主要用于在 Word 2013 文档中插入各种元素。

③ “设计”功能区：“设计”功能区包括文档格式、页面背景 2 个组，主要用于对文档的主题、样式和页面背景进行设置。

④ “页面布局”功能区：“页面布局”功能区包括页面设置、稿纸、段落、排列几个组，对应 Word 2003 的“页面设置”菜单和“格式”菜单中的部分选项，用于帮助用户设置 Word 2013 文档的页面样式。

⑤ “引用”功能区：“引用”功能区包括目录、脚注、引文与书目、题注、索引和引文目录几个组，用于实现在 Word 2013 文档中插入目录等比较高级的编辑功能。

⑥ “邮件”功能区：“邮件”功能区包括创建、开始邮件合并、编写和插入域、预览结果和完成几个组，该功能区的作用比较专一，主要用于在 Word 2013 文档中进行邮件合并的操作。

⑦ “审阅”功能区：“审阅”功能区包括校对、语言、中文简繁转换、批注、修订、更改、比较和保护几个组，主要用于对 Word 2013 文档进行校对和修订等操作，适用于多人协作处理 Word 2013 的长文档。

⑧ “视图”功能区：“视图”功能区包括文档视图、显示、显示比例、窗口和宏几个组，主要用于帮助用户设置 Word 2013 操作窗口的视图类型。

⑨ “自定义”功能区：在 Word 2013 中允许用户自定义功能区，既可以创建功能区，也可以在功能区中创建组，使功能区能更符合自己的使用习惯。其设置对话框如图 5-2 所示。



图 5-2 “自定义”功能设置对话框

(2) 文档编辑区。文档编辑区位于窗口的中央，是 Word 中最大也是最重要的部分，所有关于文本编辑的操作都将在该区域中完成。

文档编辑区中有一个闪烁的光标，用来定位文本的输入位置。在文档编辑区的左侧和上侧有标尺，用来确定文档在屏幕及纸张上的位置。在文档编辑区的右侧和底部有滚动条，当文档在编辑区内只显示了部分内容时，可以通过拖动滚动条来显示其他内容。

(3) 快速访问工具栏。

在默认状态下，快速访问工具栏位于窗口的顶部，包含保存、撤销、新建等选项，如图 3-1 所示。

单击快速访问工具栏右侧的按钮，在打开的菜单中可以将频繁使用的工具添加到快速访问工具栏中。也可以选择其他选项，在“Word 选项”对话框中自定义快速访问工具栏。

(4) 状态栏。

状态栏是位于 Word 窗口底部的一个栏，提供当前文档的当前页数、总页数、字数统计等信息，还包括“插入/改写状态转换”按钮、“拼写和语法状态检查”按钮等。

2. Word 2013 的视图模式

在 Word 2013 中提供了多种视图模式供用户选择, 这些视图模式包括“页面视图”、“阅读版式视图”、“Web 版式视图”、“大纲视图”和“草稿视图”5 种。用户可以在“视图”功能区中选择需要的文档视图模式, 也可以在 Word 2013 文档窗口的右下方单击“视图”按钮选择视图。

1) 页面视图

“页面视图”可以显示 Word 2013 文档的打印结果的外观, 主要包括页眉、页脚、图形对象、分栏设置、页面边距等元素, 是最接近打印结果的页面视图。

2) 阅读版式视图

“阅读版式视图”以分栏样式显示 Word 2013 文档, “文件”按钮、功能区等窗口元素被隐藏起来。在阅读版式视图中, 用户还可以单击“工具”按钮选择各种阅读工具。

3) Web 版式视图

“Web 版式视图”以网页的形式显示 Word 2013 文档, “Web 版式视图”适用于发送电子邮件和创建网页。

4) 大纲视图

“大纲视图”主要用于 Word 2013 文档的设置和显示标题的层级结构, 并可以方便地折叠和展开各个层级的文档。

5) 草稿视图

“草稿视图”取消了页面边距、分栏、页眉、页脚和图片等元素, 仅显示标题和正文, 是最节省计算机系统硬件资源的视图方式。

5.1.2 文档的输入与编辑

使用 Word 处理文档, 首先要创建或打开文档, 再进行编辑和修改。Word 使用完毕后, 经过保存, 创建和编辑的文档才不会丢失。

1. Word 2013 文档的创建

在 Word 2013 中, “文件”按钮被设置为位于 Word 2013 窗口左上角的一个类似于菜单的按钮。单击该按钮可打开“文件”面板, 包括“信息”“新建”“打开”“保存”“另存为”“打印”“共享”“导出”“关闭”等常用选项。创建 Word 2013 文档的方法有如下 3 种:

1) 启动 Word 程序创建

选择“开始→所有程序→Microsoft Office 2013→Word 2013”选项。

2) 使用右键快捷菜单创建

在桌面上右击, 在弹出的快捷菜单中选择“新建→Microsoft Word 文档”选项。

3) 利用快捷键创建

打开已有的 Word 2013 文档, 按 Ctrl + N 组合键。

若需要在已有文档的情况下再建立一个空白文档, 可按下列步骤操作。

打开 Word 2013 文档窗口, 单击“文件→新建”按钮, 如图 5-3 所示。

在打开的“新建”面板中, 单击需要创建的新文档类型, 即可创建新文档。



图 5-3 新建 Word 文档


2. Word 2013 文档编辑

在新的文档中，最基本的工作就是录入与编辑文字。

1) 打开、保存和关闭文档

(1) 打开文档。

使用 Word 2013 对文档进行编辑操作，先要打开已经存在的文档。有以下几种方法可打开一个已经存在的文档。

单击快速访问工具栏中的“打开”按钮 。


按 **Ctrl+O** 组合键。


在“文件”功能区中选择“打开”选项，在弹出的“打开”对话框中，在左侧列表框中选择包含需要打开文件的“磁盘驱动器和文件夹”，在右侧选中需要打开的文档，单击“打开”按钮，或直接双击需要打开的文档，即可打开文档。

(2) 关闭文档。

完成文档基本工作后，即可将已经保存过的文档直接关闭。有以下 4 种关闭文档的方法。


单击“文件→关闭”按钮。

单击当前文档窗口右上角的“关闭”按钮 。

单击快速访问工具栏中的图标 ，在打开的下拉菜单中选择“关闭”选项。

按 **Alt+F4** 组合键即可关闭当前文档。

(3) 保存文档。



单击快速访问工具栏中的“保存”按钮 ，弹出“另存为”对话框，将文件保存在磁盘的文件夹中。若是已经保存过的文档，单击“保存”按钮则直接进行保存。还可按 **Ctrl+S** 组合键快速保存文档。

如果想备份已有文档，则应该单击“文件”功能区中的“另存为”按钮，在弹出的“另存为”对话框中，输入新的文件名，在“保存类型”下拉列表中选择存储格式。Word 2013 文

档的默认存储格式为“*.docx”，如果考虑版本的兼容性，则可以存储为“Word 97-2003 文档”的“*.doc”格式。

Word 2013 还可以对文档进行自动保存，单击“文件”功能区中的“选项”按钮，在弹出的“Word 选项”对话框的左侧列表框中单击“保存”按钮，如图 5-4 所示。选中“保存自动恢复信息时间间隔”复选框，可以设定时间，单击“确定”按钮保存设置。

2) “撤销键入”或“恢复键入”功能

在使用 Word 2013 编辑文档的时候，如果想要改动键入的内容或者操作不适合，想返回前面的文档状态，则可以通过“撤销键入”或“恢复键入”功能实现。“撤销”功能可以保留最近执行的操作记录，用户可以按照从前到后的若干操作步骤行撤销，但是不能有选择地撤销不连续的操作。用户可以单击快速访问工具栏中的“撤销键入”按钮，也可按 Alt+Backspace 组合键执行。执行撤销操作后，用户也可以通过单击快速访问工具栏中已经变成可用状态的“恢复键入”按钮，或按 Ctrl + Y 组合键将文档恢复到最新的编辑状态。

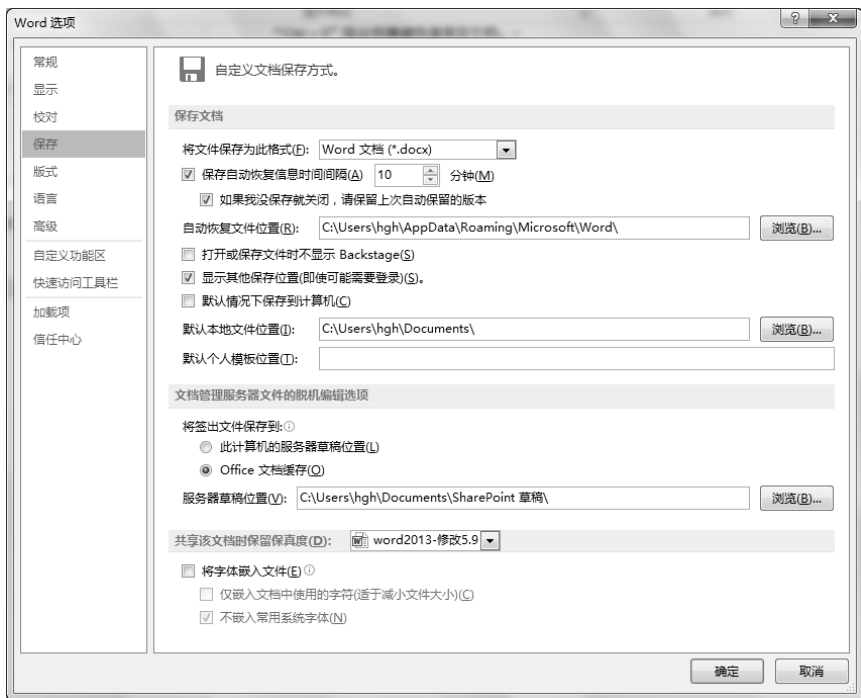



图 5-4 “保存自动恢复信息时间间隔”设置

3) “重复键入”功能

“重复键入”功能可以在 Word 2013 中重复执行最后的编辑操作。

“重复键入”按钮和“恢复键入”按钮位于 Word 2013 文档窗口快速访问工具栏的相同位置，当用户未进行“撤销键入”操作时，显示为“重复键入”按钮。当执行过一次“撤销键入”操作后，则显示为“恢复键入”按钮。“重复键入”和“恢复键入”的快捷键都是 Ctrl + Y。

4) 在文档中插入符号

在 Word 2013 中，用户可以通过“符号”对话框插入任意字体的任意字符和特殊符号，具体操作如下。

① 打开 Word 2013 文档窗口，选择“插入”功能区，在“符号”分组中单击“符号”按钮，打开“符号”面板。

② 单击需要的符号即可将该符号插入到文档中，若没有需要的符号，则可以单击“其他符号”按钮，弹出“符号”对话框，如图 5-5 所示。

③ 在“符号”选项卡中单击“子集”右侧的按钮，在下拉列表中选择需要的“子集”类型，再选择需要的符号，单击“插入”按钮即可。

5) 文本的复制、剪切和粘贴

在 Word 2013 中，“复制”“剪切”和“粘贴”是最常用的文本操作。“复制”是在保持原有文档不变的基础上，将要复制的文本选中并放入剪贴板；“剪切”是在删除原有文本的基础上将删除的文本放入剪贴板；“粘贴”是将剪贴板的内容放到目标位置。具体操作如下。

① 打开 Word 2013 文档窗口，选择需要复制或剪切的文本，在“开始”功能区的“剪贴板”分组中单击“复制”或“剪切”按钮。也可使用相应的快捷键实现复制或剪切的操作。“复制”的快捷键是 Ctrl + C，“剪切”的快捷键是 Ctrl + X。

② 将插入点定位到目标位置，单击“剪贴板”分组中的“粘贴”按钮。粘贴的操作同样也可通过按 Ctrl + V 组合键来完成。

6) “选择性粘贴”功能

用户可以使用“选择性粘贴”功能在 Word 2013 文档中有选择地粘贴剪贴板中的内容。具体操作如下。

① 选择需要“复制”或“剪切”的文本，执行“复制”或“剪切”操作。

② 在“开始”功能区的“剪贴板”分组中，单击“粘贴”下拉按钮，选择下拉列表中的“选择性粘贴”选项。

③ 在弹出的“选择性粘贴”对话框中选中“粘贴”单选按钮，在“形式”列表框中选择需要的格式，单击“确定”按钮，如图 5-6 所示。剪贴板中的内容即被以指定的形式粘贴到目标位置。



图 5-5 “符号”对话框

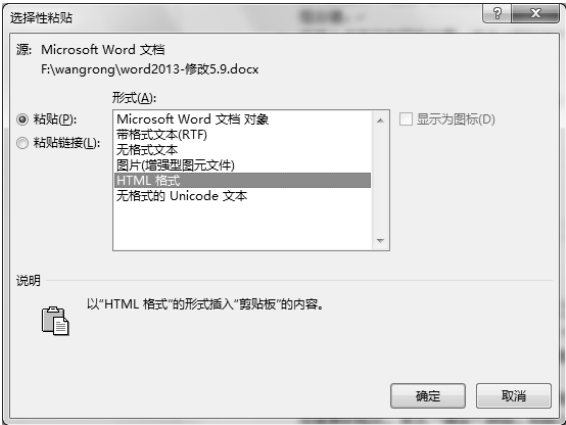


图 5-6 “选择性粘贴”对话框

3. 查找与替换

人工在一篇较长的文章中进行查找某个字符或用新的字符替换已有字符的操作，是一件

费时费力的事情。Word 2013 提供的“查找”和“替换”功能，可以在文档中快速“查找”和“替换”需要查找、替换的字符。

1) 查找文本

执行查找文本功能的具体操作如下。

- ① 查找某一特定范围内的文档，在查找前先选定该区域的文档内容。
- ② 在“开始”功能区的“编辑”分组中单击“查找”按钮，在下拉列表中选择“高级查找”选项，弹出“查找和替换”对话框，如图 5-7 所示。
- ③ 在“查找内容”文本框中输入要查找的内容。
- ④ 单击“查找下一处”按钮，即可找到指定文本。找到后 Word 会将该文本所在的页面显示出来，并高亮反白显示找到的文本。用户可以单击“查找下一处”按钮继续查找指定文本。

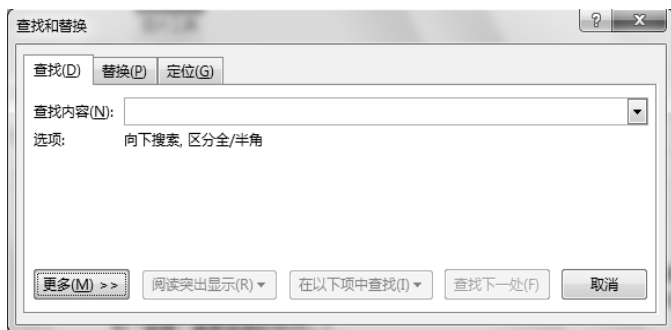


图 5-7 “查找和替换”对话框

2) 替换文本

Word 2013 的“替换”功能能够用一段文本替换指定的文本。具体操作如下。

- ① 在“查找和替换”对话框中选择“替换”选项卡。
 - ② 在“查找内容”文本框中输入要替换的文本，如“西红柿”。
 - ③ 在“替换为”文本框中输入替换文本“番茄”。
 - ④ 单击“查找下一处”按钮，Word 会自动找到要替换的文本，并以高亮反白的形式显示。若要替换，则单击“替换”按钮，之后可以单击“查找下一处”按钮继续查找或单击“取消”按钮不进行替换。如果单击“全部替换”按钮，则会自动替换所有的指定文本。
- “查找”和“替换”都可以首先设定要查找或替换的范围，方法都是单击“更多”按钮，展开“查找和替换”对话框的高级选项，再进行设置。

4. 显示和隐藏格式标记

使用显示和隐藏功能能够快速地显示段落标记和其他典型的格式标记。

显示和隐藏格式标记的具体操作如下。

- ① 单击“文件”功能区中的“选项”按钮，在弹出的“选项”对话框中单击“显示”按钮。
- ② 在“格式标记”选项组中选择需要显示的格式标记，单击“确定”按钮，文档中即可显示这些标记。

5.1.3 文档的排版

文档编辑完成后，为了达到整齐、美观的输出效果，还需要对其进行格式编排，包括字符、段落和页面的设置等。

1. 文字格式设置

文字格式设置主要是对字符的设置，包括设置不同的字体、字号、字形、修饰、颜色和字符间距等。

1) 设置字体、字号和字形

(1) 设置字体。

常用的字体有宋体、黑体、楷体等，这些字体在 Word 2013 中都可以进行设置和修改。设置字体的具体操作如下。


① 选中需要设置和修改的文字。

② 在“开始”功能区的“字体”分组中，单击“字体”下拉列表框右侧的下拉按钮，在下拉列表中选择需要的字体，如图 5-8 所示。

(2) 设置字号。

设置不同字号的目的是将不同内容的文字从层次上区别开来，具体操作如下。

① 选中要改变字号的文本。

② 单击“开始”功能区的“字体”分组右下角的“”按钮，弹出“字体”对话框，如图 5-9 所示。在“字体”对话框的“字号”选项组中进行设置即可。

③ 选择需要的字号。


(3) 设置字形。

字形的设置方法与设置字号的方法相同，区别仅是在“字体”选项卡中选择“字形”选项组。

2) 设置文字的间距和缩放


通过设置文字的间距和缩放，可以提高文档的外观，使文字阅读起来更方便。具体操作如下。

① 选定要调整的文本。

② 单击“开始”功能区“字体”分组右下角的按钮，在弹出的“字体”对话框中选择“高级”选项卡。

③ 在“字符间距”选项组的“缩放”和“间距”下拉列表中选择需要的选项，如图 5-10 所示。

3) 设置颜色和效果

文字颜色的设置，可以通过单击“开始”功能区“字体”分组中的“字体颜色”按钮直接进行设置，也可以在弹出的“字体”对话框的“字体颜色”下拉列表框中进行设置。


单击“文本效果和版式”按钮，即可打开设置面板，包括“轮廓”“阴影”“映像”“发光”“编号样式”“连字”“样式集”等高级设置功能，如图 5-11 所示。



图 5-8 设置字体



图 5-9 “字体”对话框

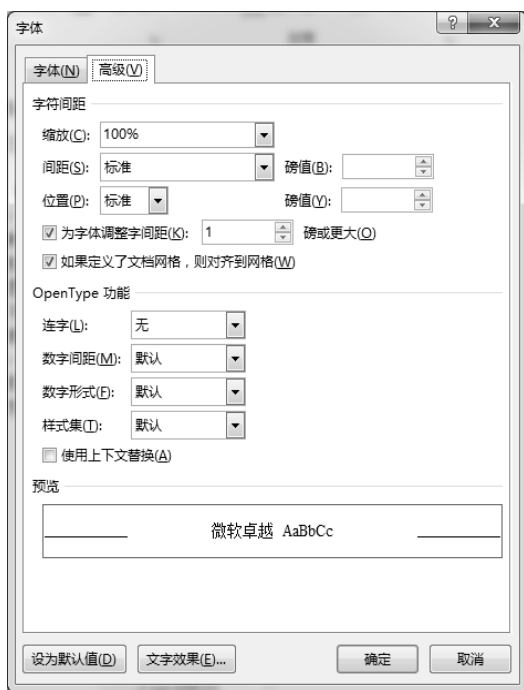


图 5-10 “高级”选项卡

4) 格式刷

在对文本进行格式设置和修改时,使用格式刷可以方便地把某些文本的字符格式、段落格式等属性应用到其他文本上,利于格式的统一。具体操作如下。


- ① 选中具有要复制的格式的文本。
- ② 单击“开始”功能区“剪贴板”分组中的“格式刷”按钮,此时鼠标指针变成刷子形状。
- ③ 选定需要应用格式的文本即可。

2. 段落格式设置

Word 2013 可以对文档中的整个段落设置特定的格式,如缩进、行间距、段前和段后的间距等。

1) 段落缩进

在文档编辑操作中,通常习惯在每一段的开头缩进 2 个字符,这一效果可以通过段落格式编辑来实现。具体操作如下。

- ① 将光标定位到要设置的段落,或选中要设置的多个段落。
- ② 单击“开始”功能区“段落”分组右下角的“”按钮,弹出“段落”对话框,选择“缩进和间距”选项卡,如图 5-12 所示。

(1) 整段缩进。

在“段落”对话框中的“缩进和间距”选项卡的“缩进”选项组中,在“左侧”和“右侧”数值框中输入数值,可以调整段落相对左、右页边距的缩进值。



图 5-11 设置文本效果和版式

(2) 首行缩进。

首行缩进即中文写作习惯中的每段开头缩进 2 个字符。在“特殊格式”下拉列表中选择“首行缩进”选项，在“缩进值”数值框中输入要缩进的字符数。

(3) 悬挂缩进。

在某些情况下，可能首行不需要缩进而其他行需要缩进，这种情况可以通过悬挂缩进来实现。在“特殊格式”下拉列表中选择“悬挂缩进”选项，在“缩进值”数值框中输入要缩进的字符数。

2) 行间距

行间距是指文档段落中行与行之间的距离。设置行距的具体操作如下。

- ① 选中需要重新设置行间距的段落。
- ② 在“间距”选项组的“设置值”数值框中输入需要设置的行距。

若要选择固定大小的行距，则单击“段落”对话框中“行距”下拉列表右侧的下拉按钮，在下拉列表中选择一种行距即可。


3) 首字下沉

在 Word 2013 文档中，要对某段文字设置首字下沉的效果，具体操作如下。

- ① 选中要设置首字下沉效果的文字。
- ② 单击“插入”功能区“文本”分组中的“首字下沉”按钮，选择“首字下沉”选项，在弹出的“首字下沉”对话框中进行具体设置，如图 5-13 所示。

4) 项目符号与编号

项目符号和编号可以使文档结构清晰，层次分明，使读者易于阅读，添加项目符号与编号的具体操作如下。

- ① 将光标定位在需要插入项目符号的位置。
- ② 单击“开始”功能区“段落”分组中的“项目符号”下拉按钮，打开其下拉列表，如图 5-14 所示。
- ③ 单击需要的符号，即可插入。
- ④ 如果想要自己编辑插入的项目符号，则可选择“项目符号”下拉列表中的“定义新项目符号”选项，弹出“定义新项目符号”对话框，进行自定义设置，如图 5-15 所示。

5) 边框和底纹

为文档添加边框和底纹，可以突出显示文档中的内容，使文档的外观更加漂亮、美观。在 Word 2013 中，可以给字符、段落、图形或整个页面设置边框和底纹。

设置边框的具体操作如下。

- ① 选中要添加边框的文本。

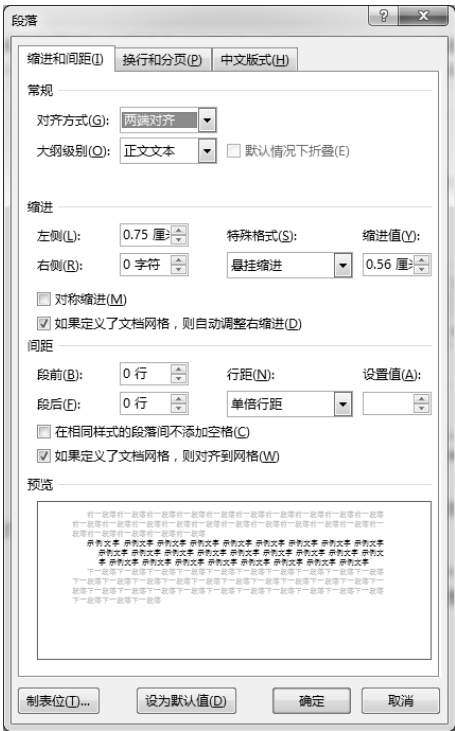


图 5-12 “段落”对话框



图 5-13 “首字下沉”对话框



图 5-14 下拉列表

② 单击“开始”功能区“段落”分组中的“下框线”按钮“”，选择下拉列表框中的“边框和底纹”选项，弹出“边框和底纹”对话框，选择“边框”选项卡，如图 5-16 所示。



图 5-15 “定义新项目符号”对话框



图 5-16 “边框和底纹”对话框

③ 在“设置”选项组中选择边框的类型，在“宽度”下拉列表框中选择边框的粗细，在“应用于”下拉列表中选择“段落”选项，单击“确定”按钮完成设置。

也可对文本或段落添加底纹，具体操作如下。

- ① 选中要添加底纹的文本。
- ② 在“边框和底纹”对话框中选择“底纹”选项卡。
- ③ 在“填充”列表中选择填充颜色。
- ④ 在“样式”下拉列表中选择图案的样式。
- ⑤ 选定底纹样式后，在“颜色”下拉列表中选择图案颜色，单击“确定”按钮，完成底纹设置。

3. 分栏设置

在很多报刊和杂志中，版面被分栏之后会变得生动活泼。分栏的具体操作如下。

① 单击“页面布局”功能区“页面设置”分组中的“分栏”按钮，在下拉列表中选择分栏的个数，也可以选择“更多分栏”选项，在弹出的“分栏”对话框中进行具体的设置，如图 5-17 所示。



图 5-17 分栏操作

5.1.4 表格操作

文档中经常要用到表格，下面介绍在 Word 2013 中进行表格插入和绘制、编辑表格的具体操作，以及表格中数据的相关处理方法。

1. 插入表格

在 Word 2013 文档中，可以从一组预先设好格式的表格（包括示例数据）中选择，或通过选择需要的行数和列数来插入表格，也可以将表格插入到文档中或将一个表格插入到其他表格中以创建更复杂的表格。插入表格的方法有如下 3 种。

1) 使用表格菜单

① 打开 Word 2013 文档窗口，单击“插入”功能区“表格”分组中的“表格”按钮，选择“插入表格”选项，弹出“插入表格”对话框，如图 5-18 所示。

② 在“表格尺寸”选项组中分别设置表格的行数和列数；在“‘自动调整’操作”选项组中，如果选中“固定列宽”单选按钮，则可以设置表格的固定列宽的尺寸；如果选中“根据内容调整表格”单选按钮，则单元格宽度会根据输入的内容自动调整；如果选中“根据窗口调整表格”单选按钮，则插入的表格将充满当前页面的宽度；如果选中“为新表格记忆此尺寸”复选框，则再次创建表格时将使用当前尺寸。

2) 快速插入表格

在 Word 2013 文档中，还可以通过快速插入表格的方法创建表格，具体操作如下。
单击“插入”功能区“表格”分组中的“表格”按钮，在“表格”下拉列表中拖动鼠标

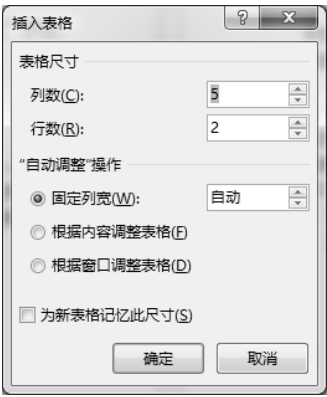


图 5-18 “插入表格”对话框

选中合适数量的行和列，即可插入表格。通过这种方式插入的表格会占满当前页面的全部宽度，用户可以通过修改表格属性设置表格的尺寸，如图 5-19 所示。

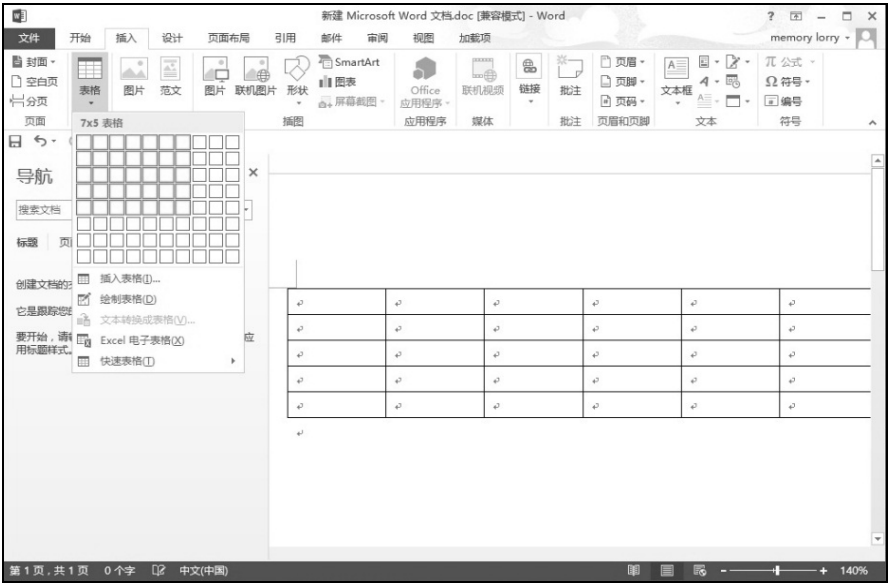


图 5-19 快速插入表格

3) 绘制表格

用户不仅可以通过指定行和列插入表格，还可以通过绘制表格功能自定义插入需要的表格，具体操作如下。

单击“插入”功能区“表格”分组中的“表格”按钮，选择“绘制表格”选项。当鼠标指针呈现铅笔形状时，在 Word 文档中可拖动鼠标左键绘制表格边框，在适当的位置绘制行和列即可，如图 5-20 所示。

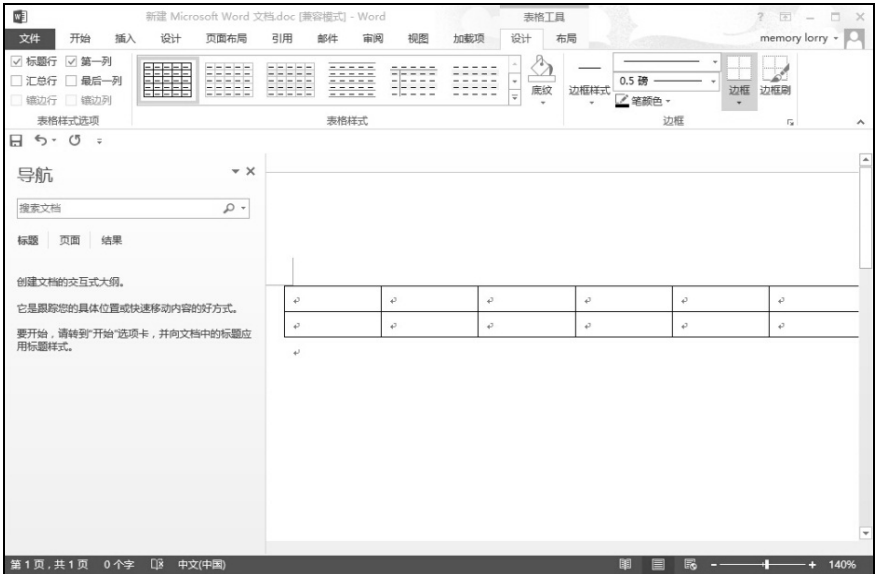


图 5-20 手绘表格

完成表格的绘制后，按 Esc 键，或者在“表格工具”功能区“布局”选项卡“绘图”分组中单击“绘制表格”按钮，结束表格绘制状态。

2. 表格编辑

建立表格之后，还需要在表格中输入内容，在表格中处理文本需要对表格中的每个独立的单元格分别进行处理，单元格会根据输入内容的多少自动调整。相关操作如表 5-1 所示。

表 5-1 选定表格文本的操作方法

目 的	操 作
选定一个单元格文本	单击该单元格的左边界
选定一行文本	单击该行的左侧
选定一列文本	单击该列的顶端边界
选定多个连续单元格、行或列的文本	选定某单元格、行或列，按住 Shift 键的同时单击其他单元格、行或列
选定下一个单元格中的文本	按 Tab 键
选定前一个单元格的文本	按 Shift + Tab 组合键
选定整个表格中的文本	单击表格左上角的表格整体标志

在表格中输入文本与在文档中输入文本的方法相似，对于表格中文字的处理与文档文字相同，也是在“开始”功能区“字体”分组设置字体、字号等。

1) 设置表格的属性

在 Word 2013 文档中，如果创建的表格没有完全占用 Word 文档页边距以内的页面，则可以以为表格设置相对于页面的对齐方式，具体操作如下。

① 单击 Word 表格中的任意单元格。单击“表格工具”功能区“布局”选项卡“表”分组中的“属性”按钮。

② 弹出“表格属性”对话框，在“表格”选项卡的“对齐方式”选项组中设置对齐方式，如图 5-21 所示。

③ 选择“行”选项卡，选中“指定高度”复选框，设置当前行的高度值。在“行高值是”下拉列表中设置行高。选中“允许跨页断行”复选框，可以在表格跨页的情况下，显示内容时允许在当前行断开。单击“上一行”或“下一行”按钮，可改变当前行。

④ 选择“列”选项卡，选中“指定宽度”复选框，设置当前列宽数值。单击“前一列”或“后一列”按钮，改变当前列。

⑤ 选择“单元格”选项卡，选中“指定宽度”复选框，设置单元格宽度值，则当前单元格所在列宽度自动适应该单元格宽度。

2) 插入行列

制作表格时，若需要给原有表格增加行或列，则可以通过插入行和列来实现。具体操作如下。



图 5-21 “表格属性”对话框

① 单击“布局”选项卡“行和列”分组中的“在上方插入”按钮，即可插入一行。

② 若要在表格最右侧插入一列，则先选中最后一列，单击“布局”选项卡“行和列”分组中的“在右侧插入”按钮即可。

3) 合并与拆分单元格

(1) 合并单元格。

在 Word 2013 文档表格中，通过使用“合并单元格”功能可以将两个以上的单元格合并成一个单元格，从而制作出样式、功能多样的表格。合并单元格的方法主要有以下两种。

方法一：选中需要进行合并的两个或两个以上的单元格，单击“表格工具”功能区“布局”选项卡“合并”分组中的“合并单元格”按钮，如图 5-22 所示。



图 5-22 合并单元格

方法二：在文档窗口中选中要合并的单元格，右击选中的单元格，在弹出的快捷菜单中选择“合并单元格”选项。

(2) 拆分单元格。

与合并单元格相反，还可使用“拆分单元格”功能将一个单元格拆分成两个或两个以上的单元格。具体操作如下。

① 在文档窗口中单击需要进行拆分的单元格，单击“表格工具”功能区“布局”选项卡“合并”分组中的“拆分单元格”按钮。

② 在弹出的“拆分单元格”对话框中设置要拆分的“列数”和“行数”，如图 5-23 所示。

4) 删除表格

在 Word 2013 中，用户不仅可以删除表格中的行、列或单元格，还可以删除整个表格。具体操作如下。

① 在文档窗口中，选中要删除的表格中的任意单元格。

② 单击“表格工具”功能区“布局”选项卡“行和列”分组中的“删除”按钮，在下拉列表中选择“删除表格”选项，如图 5-24 所示。



图 5-23 “拆分单元格”对话框



图 5-24 “删除表格”选项

5) 表格与文本的转换

使用“表格转换文本”功能可以将表格的内容转换成普通文本，将各单元格的内容转换后用段落标记、制表符和指定的字符隔开。具体操作如下。

① 打开 Word 2013 文档，为准备转换成表格的文档添加段落标记作为分隔符，选中需要转换成表格的所有文字。

② 单击“插入”功能区“表格”分组中的“文本转换成表格”按钮，如图 5-25 所示。



图 5-25 文本转换成表格

③ 在弹出的“将文字转换成表格”对话框中对需要设置的项目进行设置，如图 5-26 所示，单击“确定”按钮，即可完成转换。

6) 表格数据的计算与排序

在 Word 2013 文档中，可以依照某列对表格进行排序，数值数据还可以按升序或降序排列。

Word 2013 提供了数学公式运算功能，能对表格中的数据进行了加、减、乘、除及求和、求平均值等运算。

(1) 数据的计算。

表格的计算可以通过“自动求和”按钮快速对选中的数值进行求和。如果要进行复杂的计算，则需要使用公式。具体操作如下。

① 在要进行计算的表格中单击生成计算结果的单元格。

② 单击“表格工具”功能区“布局”选项卡“数据”分组中的“公式”按钮，弹出“公式”对话框，如图 5-27 所示。

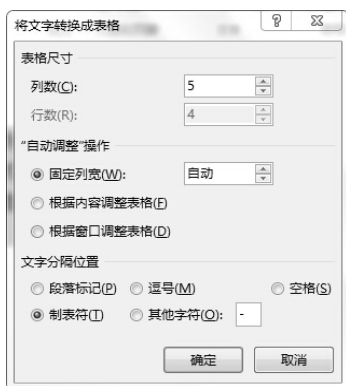


图 5-26 “将文字转换成表格”对话框



图 5-27 “公式”对话框

③ 在“公式”对话框中，“公式”编辑框的内容会根据表格中的数据 and 当前单元格所在位置自动推荐公式。单击“粘贴函数”下拉按钮，在下拉列表中选择合适的函数，如平均数函数“AVERAGE”等。其中，公式中括号内的参数包括 4 个：左侧（LEFT）、右侧（RIGHT）、上面（ABOVE）和下面（BELOW）。完成公式编辑后，单击“确定”按钮即可得到计算结果。

④ 可以在“公式”对话框的“公式”编辑框中手动输入运算符号进行计算。

(2) 排序。

对表格中的文字、数字、日期等数据进行排序的具体操作如下。

① 在文档窗口中，选中需要进行排序的表格中的任意单元格，单击“表格工具”功能区“布局”选项卡“数据”分组中的“排序”按钮，弹出“排序”对话框，如图 5-28 所示。

② 在“排序”对话框中，在“列表”选项组中选中“有标题行”单选按钮。若选中“无标题行”单选按钮，则 Word 表格中的标题也会参与排序。

③ 在“主要关键字”选项组中，单击关键字下拉按钮，选择排序依据的主要关键字。单击“类型”下拉按钮，可以选择“笔画”、“数字”、“日期”或“拼音”等选项。选中“升序”或“降序”单选按钮，设置排序的顺序类型。

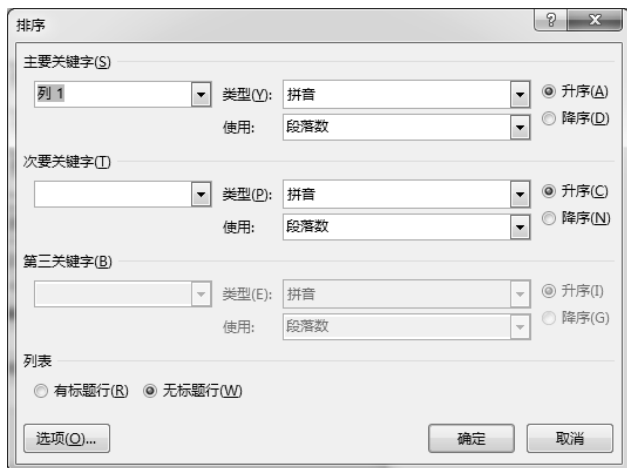


图 5-28 “排序”对话框

7) 绘制斜线表头

在表格的操作中，若需要制作（如课程表）在第一个单元格中，则斜线可将表中内容按分类为多个项目的标题，分别对应表格的行和列，这种单元格称为斜线表头。添加斜线表头的具体操作如下。

- ① 将光标定位在要绘制斜线表头的单元格中。
- ② 单击“开始”功能区“段落”分组中的“下框线”下拉按钮，在下拉列表中选择“斜下框线”选项，如图 5-29 所示。

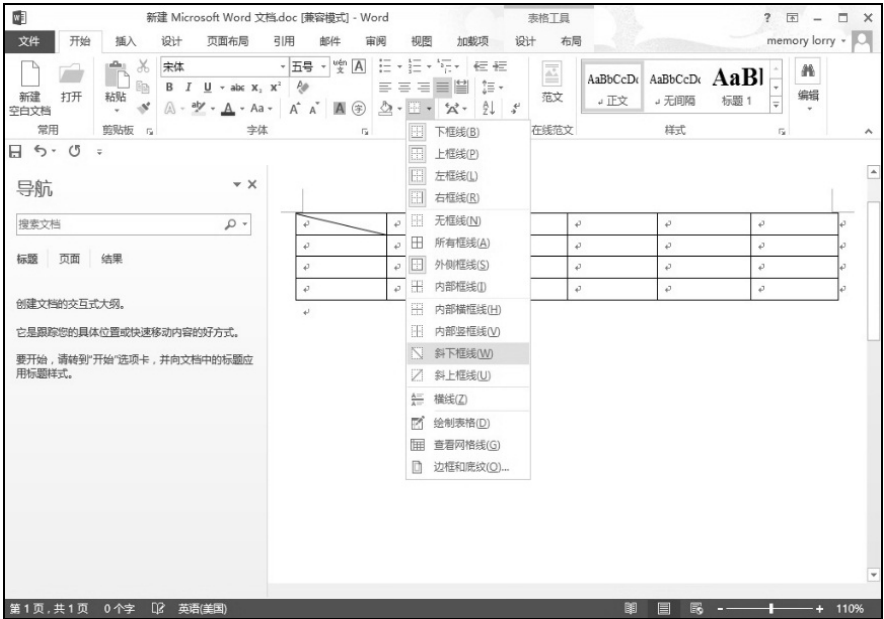


图 5-29 “斜下框线”样式

斜线表头设置完毕后，在表头中可直接输入文字，按 Enter 键切换到下一行可继续输入。

5.1.5 图形图片的编辑与处理

Word 的图文混排功能是对文档编辑的最大特点之一，在 Word 2013 中该功能更加强大，可以将其他软件的图形、表格、数据等对象插入到 Word 文档中，制作图文并茂的文档。它还提供绘图功能，供用户制作各种插图、标志等，并能直接插入到文档中。

1. 插入图片

Word 2013 能快捷地将已有的图片和图形软件包的图形插入到文档中。

- 1) 将存储在文件中的图片直接插入到文档中，具体操作如下。
 - ① 将插入点定位到文档中要插入图片的位置。
 - ② 单击“插入”功能区“插图”分组中的“图片”按钮，弹出“插入图片”对话框，如图 5-30 所示。
 - ③ 在“插入图片”对话框中找到需要插入的图片，单击“插入”按钮，即可完成图片的插入。

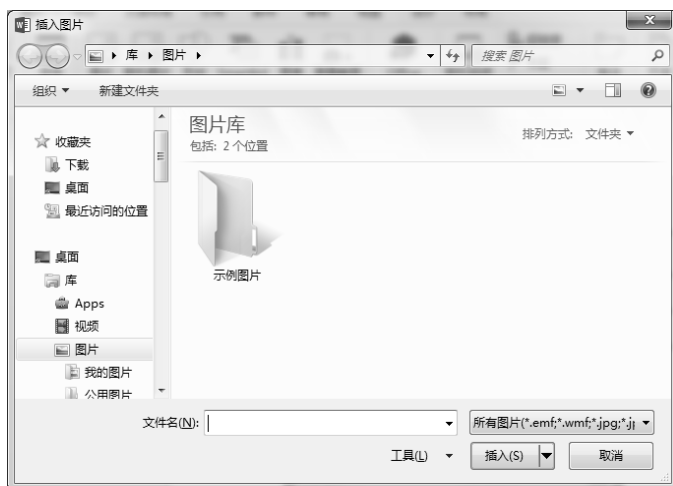


图 5-30 “插入图片”对话框

2) 使用屏幕截图功能插入图片: 借助 Word 2013 的“屏幕截图”功能, 可以方便地将已经打开且未处于最小化状态的窗口截图插入到当前 Word 文档中。需要注意的是, “屏幕截图”功能只能用于文件扩展名为“.docx”的文档。插入屏幕截图的具体步骤如下。

① 使准备插入到 Word 2013 文档中的窗口处于非最小化状态, 打开 Word 2013 文档窗口, 单击“插入”功能区“插图”分组中的“屏幕截图”按钮, 将打开如图 5-31 所示的下列表。

② 打开“可用视窗”下拉列表, Word 2013 将显示智能监测到的可用窗口。单击需要插入截图的窗口, 即可将图片插入到指定位置。

若只需要将特定窗口的一部分作为截图插入到 Word 文档中, 则可以只保留该特定窗口为非最小化状态, 在“可用视图”下拉列表中选择“屏幕剪辑”选项, 在进入屏幕裁剪状态后, 拖动鼠标选择需要的部分窗口, 即可将其插入到当前文档中。

2. 图片处理

1) 裁剪图片

在 Word 2013 文档中, 可以方便地对图片进行裁剪操作, 从而可以截取图片中最需要的部分, 具体操作如下。

① 打开文档窗口, 选中需要进行裁剪的图片。单击“图片工具”功能区“格式”选项卡“大小”分组中的“裁剪”按钮, 如图 5-32 所示。

② 图片周围出现 8 个方向的裁剪控制柄, 用鼠标拖动控制柄将对图片进行相应方向的裁剪, 同时可以拖动控制柄将图片复原, 直至调整到合适位置, 单击确认裁剪操作。



图 5-31 “屏幕截图”按钮



图 5-32 “裁剪”按钮

2) 设置图片尺寸

在 Word 2013 文档中最常用的设置图片尺寸的方法有以下 3 种。

(1) 拖动图片控制手柄。

在文档中选中图片时，图片的周围会出现 8 个方向的控制手柄。拖动 4 个角上的控制手柄可以按宽高比例调整图片尺寸，拖动 4 边上的控制手柄可以向横向或纵向调整图片大小，但是这样的调整方法会导致图片的变形，如图 5-33 所示。

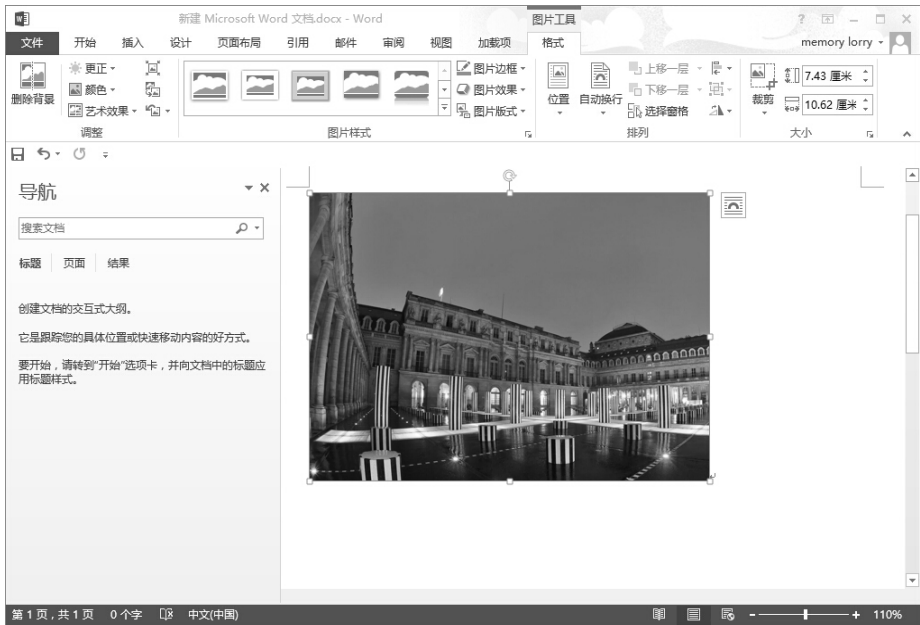


图 5-33 拖动图片控制手柄调整图片尺寸

(2) 直接输入图片宽度和高度的尺寸。

若要精确调整图片的尺寸，则可以直接在“图片工具”功能区中输入图片的宽和高，具体操作如下。

在文档窗口中选中需要调整尺寸的图片，在“图片工具”功能区“格式”选项卡“大小”分组中分别输入“宽度”和“高度”的数值即可，如图 5-34 所示。



图 5-34 设置图片宽度和高度的值

(3) 在“大小”对话框中设置图片尺寸。

右击需要调整尺寸的图片，在弹出的快捷菜单中选择“大小和位置”选项，在弹出的“布局”对话框中选择“大小”选项卡，在其中进行设置，如图 5-35 所示。

3) 设置图片亮度

设置图片亮度的方法主要有以下两种。

(1) 在“图片工具”功能区中设置图片亮度。

在文档窗口中选中需要进行亮度设置的图片，单击“图片工具”功能区“格式”选项卡“调整”分组中的“更正”按钮，打开“更正”下拉列表，在“亮度 and 对比度”选项组中选择适合的亮度和对比度的值。



图 5-35 “布局”对话框

(2) 在“设置图片格式”对话框中设置图片亮度。

在“设置图片格式”对话框中可以对图片的亮度进行更精确的设置，具体操作如下。

在文档窗口中选中需要进行亮度设置图片，单击“图片工具”功能区“格式”选项卡“调整”分组中的“更正”按钮，打开“更正”下拉列表，选择“图片更正选项”选项。

在弹出的“设置图片格式”对话框中，选择“图片更正”选项卡，在“亮度/对比度”选项组中进行精确设置，如图 5-36 所示。

4) 设置图片文字的环境方式

默认情况下，插入到 Word 2013 中的图片是作为字符插入的，图片位置会随着其他字符的改变而改变，图片位置不能自由移动。若想要自由移动图片位置，则需要通过为图片设置文字环绕方式来实现，具体操作如下。

① 在文档中选中需要设置文字环绕的图片。

② 单击“图片工具”功能区“格式”选项卡“排列”分组中的“位置”按钮，在打开的“预设位置”下拉列表中选择合适的文字环绕方式。其中包括“顶端居左，四周型文字环绕”、“顶端居中，四周型文字环绕”、“顶端居右，四周型文字环绕”、“中间居左，四周型文字环绕”等共 9 种方式，如图 5-37 所示。

若想要进行更加丰富的文字环绕方式设置，如将图片设置为水印等特殊版式，则可以单击“图片工具”功能区“格式”选项卡“排列”分组中的“自动换行”按钮，在打开的下拉列表中选择需要的文字环绕方式，如图 5-38 所示。



图 5-36 设置图片格式

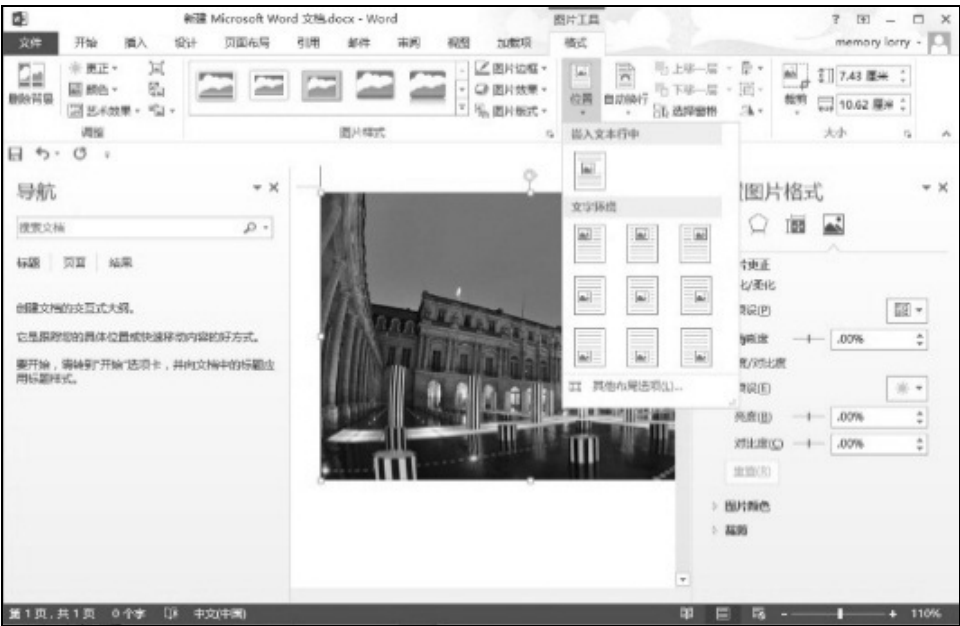


图 5-37 选择文字环绕方式

“自动换行”下拉菜单中的每种文字环绕方式的含义如下。

- (1) 嵌入型：图片作为字符插入到文档中，不能设置环绕。
- (2) 四周型环绕：文字以矩形方式环绕在图片四周。
- (3) 紧密型环绕：文字按照图片形状紧密围绕在图片四周。
- (4) 穿越型环绕：文字可以穿越不规则图片的空白区域环绕图片。
- (5) 上下型环绕：文字环绕在图片的上、下方。
- (6) 衬于文字下方：图片在下、文字在上，分为两层，文字覆盖图片。
- (7) 浮于文字上方：图片在上、文字在下，分为两层，图片覆盖文字。
- (8) 编辑环绕顶点：可以编辑文字环绕区域的顶点，实现自定义的环绕效果。



图 5-38 “自动换行”下拉菜单

3. 插入文本框

文本框是一种可以在其中独立输入和编辑文字的图形框，在文档中使用部分文本框，可以实现一些特殊的图文混排效果。使用文本框可以在页面上进行定位，还可以为图形添加文字。在文档中插入文本框的具体操作如下。

- ① 将光标定位在需要插入文本框的位置。
- ② 单击“插入”功能区“文本”分组中的“文本框”按钮，在打开的下拉列表中选择要插入的文本框样式，如图 5-39 所示。
- ③ 若要插入竖排文本框，则在下拉列表中选择“绘制竖排文本框”选项。
- ④ 文本框插入完毕后即可在其中输入文字。



图 5-39 文本框样式

4. 插入艺术字

特殊效果的文字就是艺术字，包括特殊形状、旋转、延伸和倾斜等特殊文字效果。

在以前版本的 Word 中，艺术字是作为图片对象处理的。在 Word 2013 中，艺术字作为文本框插入，用户可以随意编辑文字，该功能的改进更具人性化。

插入艺术字的具体操作如下。

① 将光标定位在需要插入艺术字的位置，单击“插入”功能区“文本”分组中的“艺术字”按钮，选择需要的艺术字样式，如图 5-40 所示。选择任意一个样式，文档的插入位置将出现系统默认的文字内容，在此文本框中输入需要插入的艺术字即可在文档中插入。

② 使用“绘图工具”功能区“格式”选项卡“艺术字样式”分组中的“文本填充”按钮来重新设置文字颜色。

③ 单击“文本填充”按钮下方的“文字效果”按钮，在打开的下拉列表中，可以对文字进行“阴影”“发光”等多种效果的设置。



图 5-40 “艺术字”下拉按钮

5. 插入自选图形

利用 Word “插入”功能区“插图”分组中的“形状”按钮，可以快速绘制各种图形，并对图形进行调整和修改。具体操作如下。

① 单击“插入”功能区“插图”分组中的“形状”按钮，打开下拉列表，如图 5-41 所示。从中选择相应形状栏中需要的图形，在文档中进行绘制即可，如图 5-42 所示。

② 选中绘制的图形，单击“绘图工具”功能区“格式”选项卡“形状样式”分组中的“形状填充”按钮，更改图形颜色，单击“形状填充”下方的“形状效果”按钮，在打开的下拉列表中选择“预设”中的任意样式即可，如图 5-43 所示。



图 5-41 “形状”下拉按钮



图 5-42 绘制“云形”

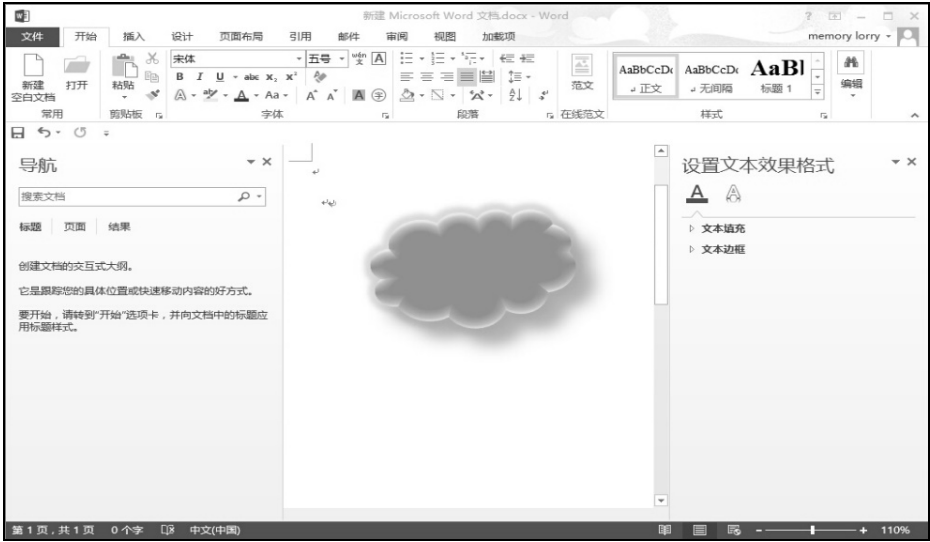


图 5-43 应用了“预设”效果的云形

6. SmartArt 图形功能

Word 2013 提供了 SmartArt 图形功能以表明表达对象之间的从属和层次关系等。具体操作如下。

① 在文档中单击“插入”功能区“插图”分组中的“SmartArt”按钮，弹出“选择 SmartArt 图形”对话框，如图 5-44 所示。根据需要进行选择一种“层次结构”，返回文档进行文字编辑，如图 5-45 所示。



图 5-44 “选择 SmartArt 图形”对话框



图 5-45 文字编辑

7. 图表

在文档中适当地使用图表，可以将复杂的数据分析内容简单直观地表现出来。以制作一个成绩统计图为例，介绍在文档中插入和编辑图表的方法。

① 单击“插入”功能区“插图”分组中的“图表”按钮。在弹出的“插入图表”对话框左侧列表中选择“柱形图”选项，在右侧“柱形图”选项组中选择“三维簇状柱形图”选项后单击“确定”按钮，如图 5-46 所示。

② 生成图表的同时，系统会自动产生一个 Excel 表格，单击要输入数据的单元格输入数据，如图 5-47 所示。

③ 选中图表，单击“图表工具”功能区“设计”选项卡“数据”分组中的“选择数据”按钮，弹出“选择数据源”对话框，如图 5-48 所示，单击“切换行/列”按钮，图表效果将行和列的数据进行了互换。

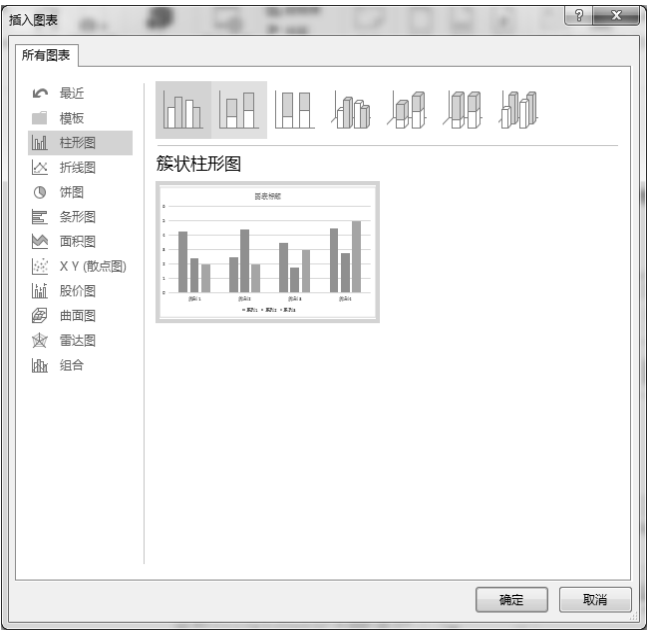


图 5-46 “插入图表”对话框

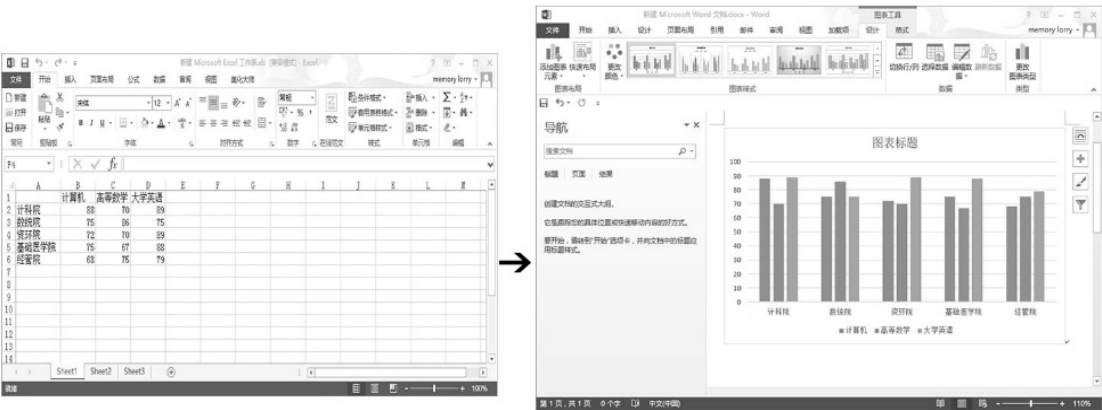


图 5-47 Excel 表格对应生成图

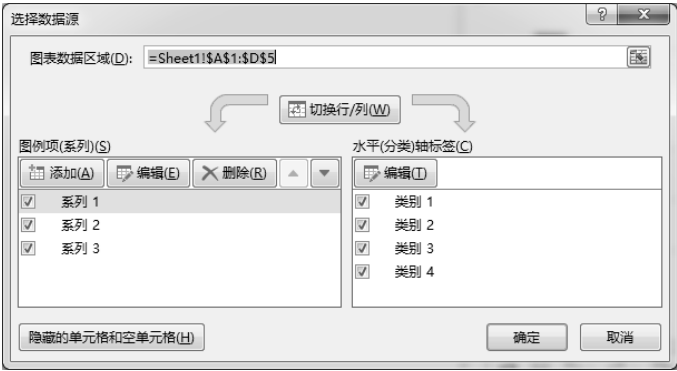


图 5-48 “选择数据源”对话框

④ 图表中一般有图例，添加图例的操作如下：单击“图表工具”功能区“设计”选项卡“图表布局”分组中的“添加图表元素”按钮，在下拉列表中选择“图例”→“右侧”选项，如图 5-49 所示。

⑤ 选中图表，单击“图表工具”功能区“设计”选项卡“图表布局”分组中的“添加图表元素”按钮，在下拉列表中选择“图表标题”→“图表上方”选项，为图表添加标题，如图 5-50 所示。



图 5-49 添加图例按钮



图 5-50 添加图表标题

5.1.6 页面设置与文档打印

Word 是文字编辑工具，通常情况下，用 Word 编辑好的文档最终需要通过打印机打印出来形成纸质文件。因此，用什么样的纸张输出文档以及文字在纸张上如何摆放也是非常重要的，这里将要讲述如何设置 Word 2013 文档来达到自己想要的打印效果。

1. 页面的设置

在建立新的文档时，Word 已经自动设置默认的页边距、纸型、纸张的方向等页面属性。但是在打印之前，用户必须根据需要对页面属性进行设置。

1) 设置页边距

页边距是页面周围的空白区域。设置页边距能够控制文本的宽度和长度，还可以留出装订边。可以使用 Word 2013 内置的页边距，也可以自定义页边距。

(1) 使用 Word 2013 内置的页边距：选择“页面布局”选项卡，在“页面设置”分组中单击“页边距”按钮，在下拉列表中即可选择 Word 2013 内置的页边距，如图 5-51 所示。

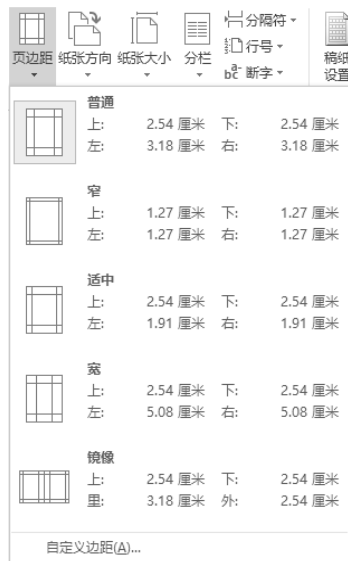


图 5-51 “页边距”下拉列表

（2）自定义页边距。

① 在页面视图中，将鼠标指针指向标尺的页边距，即如图 5-52 所示红圈的位置，此时鼠标指针变为双向箭头。按住鼠标左键并拖动，出现的虚线表明改变后的页边距位置，将鼠标指针拖动到需要的位置后释放鼠标左键即可。

② 使用对话框设置页边距，这样可以设置比较精确的页边距。在“页面布局”选项卡中的“页边距”下拉列表中选择“自定义边距”选项，弹出“页面设置”对话框，选择“页边距”选项卡，如图 5-53 所示。在该选项卡的“页边距”选项组中的“上”“下”“左”“右”微调框中分别输入页边距的数值；在“装订线”微调框中输入装订线的宽度值；在“装订线位置”下拉列表中选择“左”或“上”选项。



图 5-52 使用标尺设置页边距

2) 设置纸张类型

纸张类型的设置也在上面讲到的“页面设置”分组中，单击“纸张大小”按钮，在下拉列表中选择一种纸型。用户还可以选择“其他页面大小”选项，在弹出的“页面设置”对话框中选择“纸张”选项卡，在“纸张大小”选项组的“宽度”和“高度”微调框中设置具体的数值，自定义纸张的大小。在“应用于”下拉列表中选择当前设置的应用范围。单击“打印选项”按钮，在弹出的“Word 选项”对话框的“打印选项”选项组中可进一步设置打印属性。

3) 设置版式

在“页面设置”对话框中选择“版式”选项卡，在“节”选项组的“节的起始位置”下拉列表中选择节的起始位置，用于对文档分节；在“页眉和页脚”选项组中可确定页眉和页脚的显示方式。如果需要奇数页和偶数页不同，则可选中“奇偶页不同”复选框；如果需要首页不同，则可选中“首页不同”复选框；在“页眉”和“页脚”微调框中可设置页眉和页脚距边界的具体数值；在“垂直对齐方式”下拉列表中可设置页面的一种对齐方式；在“预览”选项组中单击“行号”按钮，弹出“行号”对话框，选中“添加行号”复选框，可以为文档设置行的编号，如图 5-54 所示。

4) 设置文档网格

在“页面设置”对话框中选择“文档网格”选项卡，在该选项卡中的“文字排列”选中设置文字排列的方向和栏数；在“网格”选项组中可设置不同的网格类型；在“字符数”和“行数”选项组中分别设置每行的字符数和每页的行数；在“预览”选项组中单击“绘图网格”按钮，弹出如图 5-55 所示的“网格线和参考线”对话框，在该对话框中设置网格格式；在“预览”选项组中单击“字体设置”按钮，弹出如图 5-56 所示的“字体”对话框，在该对话框中设置页面中的字体格式。

2. 设置页眉和页脚

在精致的图书中，正文上面会有图书和章节的名称，而正文下方则会有页码或作者的名字等，这就是所谓的页眉和页脚。一般来说，页眉是位于上页边距与纸张边缘的文字或图形，

而页脚则是下页边距与纸张边缘的文字或图形。用户可以在页眉和页脚中插入文本或图形，如页码、日期、公司徽标等。

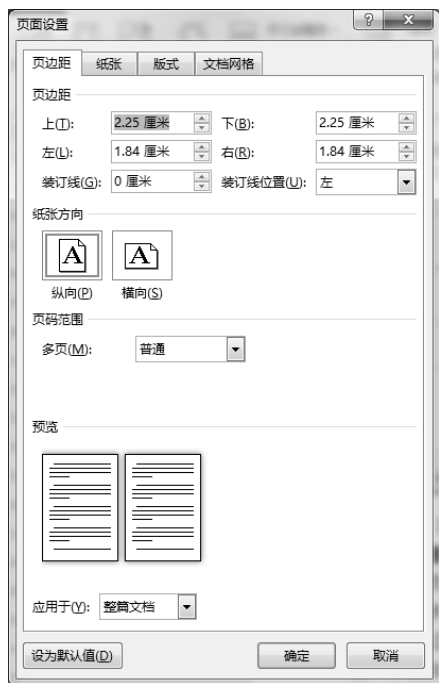


图 5-53 “页面设置”对话框



图 5-54 “行号”对话框



图 5-55 “绘图网格”对话框

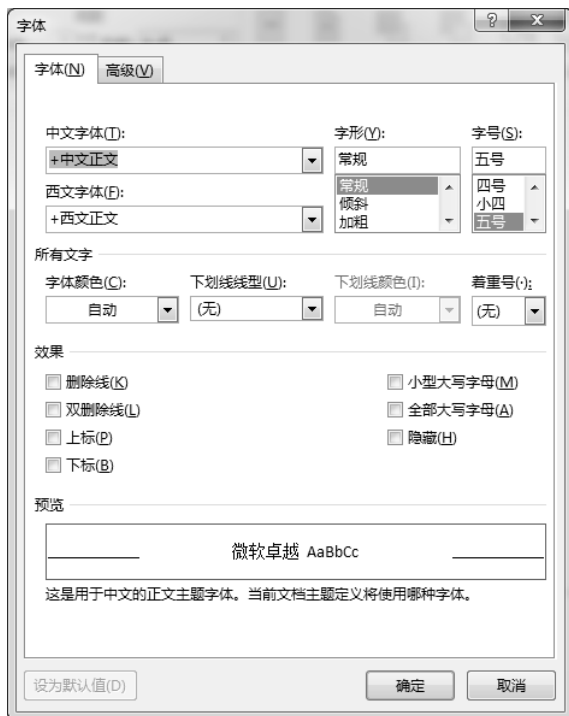


图 5-56 “字体”对话框

1) 创建页眉和页脚

与以前版本不同，Word 2013 中内置了多种样式的页眉和页脚，用户在使用时更加方便。单击“插入”选项卡“页眉页脚”分组中的“页眉”按钮，打开下拉列表，如图 5-57 所示。以同样的方法可以创建页脚。

2) 编辑页眉和页脚

在“页眉”或“页脚”下拉列表中选择“编辑页眉”或“编辑页脚”选项，进入“页眉”“页脚”的编辑，然后在指定的位置输入文字即可。

3) 设置页码

在图书的排版中，页码是必需的，下面介绍如何设置页码。单击“插入”选项卡“页眉和页脚”分组中的“页码”按钮，在弹出的对话框中选择一种样式，也可以对页码的格式进行设置，单击“设置页码格式”按钮，弹出“页码格式”对话框，如图 5-58 所示。在“编号格式”下拉列表中选择一种页码的格式，根据需要选中或取消选中“包含章节号”复选框；在“页码编号”选项组中选择页码的起始数字，如果选中“续前节”单选按钮，则表示页码与上一节相接续。设置完后单击“确定”按钮即可。



图 5-57 “页眉”下拉列表



图 5-58 “页码格式”对话框

3. 分节符和分页符

1) 插入分节符

在 Word 中可以对文档进行分节。“节”指的是文档的一部分，可以是几个页为一节，也可以是几个段为一节。通过分节，可以把文档变成几个部分，然后针对每个部分设置不同的格式，如页边距、纸张大小和纸张方向、不同的页眉和页脚、不同的分栏方式等。分节符则是在节的结尾处插入一个标记，每插入一个标记，表示文档的前面和后面是不同的节。

(1) 插入分节符。

将光标置于需要插入分节符的位置，单击“页面布局”选项卡“页面设置”分组中的“分隔

符”按钮，打开一个下拉列表，如图 5-59 所示，选择一种分节符的类型。对于已经插入的分节符，其类型是确定的。但有时会发现插入的分节符有错误，此时需要对分节符的类型进行修改。

(2) 分节符的类型。

首先把光标置于要修改的分节符前面的节中，单击“页面布局”选项卡“页面设置”分组中右下角的“页面设置启动”按钮，弹出“页面设置”对话框，再选择“版式”选项卡，单击“节的起始位置”下拉按钮，在提供的 5 个选项中进行选择，可修改分节符的类型，如图 5-60 所示。

2) 插入分页符

当编辑一个较长的文档时，Word 会根据页边距的大小和打印纸张的大小在适当的位置分页；当用户增删或更改文本时，Word 将根据需要自动调节分页。但有时，用户在特定的位置插入一个“硬”分页符来强制分页，如一本书的每一个章节都必须从新的一页开始，但又不想使用分页符，此时可在下一章的开头加一个硬分页符。

在文档中插入硬分页符的方法如下：将插入点定位到要分页的位置；单击“插入”功能区“插入”功能区中单击“分页”按钮即可。

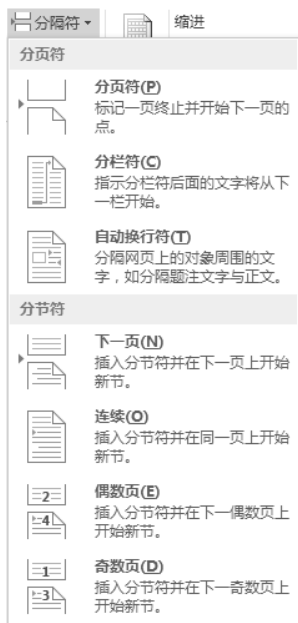


图 5-59 “分隔符”下拉列表

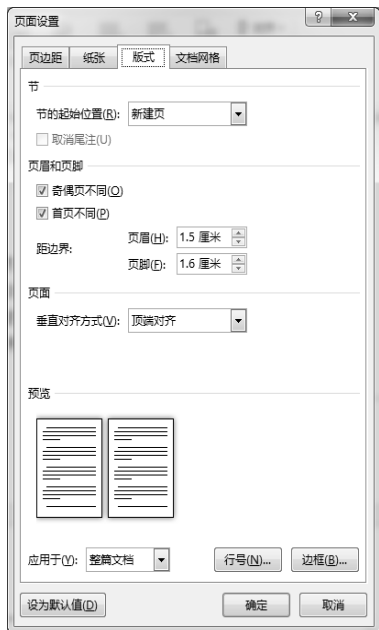


图 5-60 修改分节符的类型

4. 打印文档

文档在常规视图模式下的外观与打印在纸上的文档存在某些差异。Word 2013 提供的“打印预览”方式可以以打印的实际效果显示文档中所有的编辑信息，包括图表、图形等，具体操作如下。

① 单击“文件”功能区中的“打印”按钮，打开“打印”窗口，窗口右侧为文档预览，如图 5-61 所示。拖动下方滚动条，可以调整显示比例，滚动条右侧为“缩放到页面”按钮，可使文档以当前页面的显示比例来显示。

板，程序会默认新建一个空白的工作簿，这个工作簿以“工作簿 1.xlsx”命名，用户可以在保存该文件时改变工作簿名称。

启动后，屏幕上会打开如图 5-62 所示的 Excel 2013 程序窗口。相对于已学习过的 Word 2013 窗口，Excel 2013 窗口的标题栏、主菜单、工具条等组成部分基本相同，但由于处理的对象不同，因此窗口内部完全不一样。

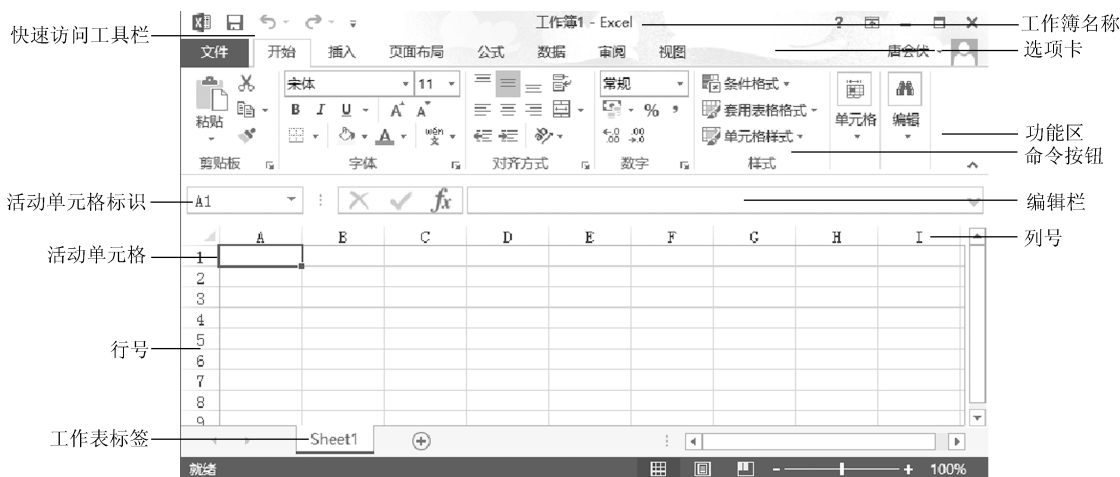


图 5-62 Excel 2013 主窗口

3. 基本概念

在学习如何创建、编辑工作表之前，有必要了解一下有关工作簿、工作表及单元格的基本概念。

1) 工作簿和工作表

工作簿是在 Excel 2013 环境中用来存储并处理数据的文件，是 Excel 2013 的存储单位，工作簿文件的扩展名为“.xlsx”。每一个工作簿可以包含多个工作表。默认情况下，启动 Excel 2013 时，打开一个名为“工作簿 1”的工作簿，且每一个工作簿会打开一个名称为 Sheet1 的工作表。用户可以根据需要添加或删除工作表。

工作表也称电子表格，是 Excel 2013 用来存储和处理数据的最重要的文档。每一个工作簿由 1048576 行和 16384 列组成。工作表的行用数字编号，范围为 1~1048576；工作表的列用字母编号，范围为 A~XFD，其排列顺序为 A~Z、AA~ZZ、AAA~XFD，共 16384 列。在工作表的左部和上部显示了工作表的行号和列号（可参见图 5-62）。

工作表的名称显示于工作簿窗口底部的工作表标签上。单击工作表标签可以在各工作表之间切换。标签底色为白色的工作表为当前打开的工作表——活动工作表。

2) 单元格

工作表中的行线和列线将整个工作表划分为一个个的小格子，工作表中的文字、数据等内容存放在这些被称之为单元格的格子中，单元格是工作表中存储数据的基本单位。

在所有单元格中，有一个单元格的四周被粗边框围绕，这表示该单元格是当前做输入、编辑等操作的对象，称之为活动单元格（可参见图 5-62）。

单元格可以根据它在工作表中的位置来标识,通常用“列号行号”的形式来标识单元格,如位于工作表 B 列 3 行的单元格可以标识为 B3。除了可以标识单个的单元格之外,也可以标识一个单元格区域,通常用“第一个单元格:最后一个单元格”的形式来标识一个矩形的单元格区域,如“D3:F5”表示以 D3 单元格和 F5 单元格为对角顶点的矩形区域中的所有单元格。

单元格的标识除了方便今后的叙述之外,也使以后要讲到的单元格引用成为可能。

5.2.2 单元格编辑

在 Excel 2013 中新建或打开了一个工作簿文件后,可以开始对工作表中的数据进行各种编辑操作。

1. 输入数据

Excel 2013 能够接收的数据类型有字符型数据、日期和时间型数据、数值型数据及公式等。当 Excel 2013 接收到数据时,会自动判断数据类型并进行处理。输入数据时,必须先激活相应的单元格。

1) 输入字符型数据

字符数据包括汉字、英文字母、数字、空格及其他可以用键盘输入的符号。默认情况下,文字的对齐方式是在单元格内靠左对齐,单元格宽度为 8 个字符宽。

当输入的文本长度大于单元格宽度时,文本将溢出到右边单元格中,但实际上仍然在本单元格中。当在其右边的单元格中输入数据时,本单元格中的文字会以默认的宽度显示,单元格中的数据虽然没有完全显示出来,但还是被完整无缺地保存了。

对于全部由数字组成的字符串,输入时可按以下两种方法操作。

① 输入“=”,用引号将数字括起来,如在单元格 A4 中输入文本 1234 时,则应输入“=1234”。

② 在输入数据之前添加撇号“'”,如输入电话号码 8883101 时,在输入框中输入“'8883101”。

2) 输入数值型数据

在 Excel 2013 中,新建工作表的所有单元格都采用默认的通用数字格式。通用格式一般采用整数或小数格式,当数字长度超过单元格宽度时,Excel 自动使用科学计数法表示输入的数字。例如,输入 800000000000 时,系统会自动显示 8E+11。

在活动单元格中输入一个数字后,按 Enter 键表示确认输入的数据,此时单元格指针自动移到下一个单元格;按 Esc 键则取消数字输入。

如果要输入一个分数,则应在分数前加 0 和空格,如 0 1/2,这样输入可以避免与日期格式相混淆。

如果输入的数字前面有货币符号或其后有百分号,则系统会自动改变单元格格式,从通用格式分别改变为货币格式或百分比格式。输入时,单元格中的数字靠右对齐。

3) 输入日期和时间型数据

Excel 2013 中规定了日期和时间的严格输入格式,并将日期和时间视为特殊类型的数字。如果输入的数据 Excel 2013 能够自动识别出是日期或时间,则单元格的格式将由“常规”数值格式变换为内部的日期或时间格式,否则将当前输入的数据作为文本处理。

输入日期时,用斜线或减号分隔年、月、日,如可以输入 03/06/08 或 03-06-08。若想在活动单元格中输入当前日期,则可以按 Ctrl+; 组合键。

输入时间时,用冒号分隔时和分,如 17:35。如果要输入系统的当前时间,则按 Ctrl+Shift+; 组合键。

单元格中可以同时输入日期和时间,但时间和日期之间要使用空格分隔。

2. 选中单元格

Excel 2013 中的许多命令要求用户选中一个单元格或单元格区域。选中一个单元格就是把鼠标指针移动到需要对其操作的单元格并单击,使其成为活动单元格。此处主要介绍选中多个单元格的方法。

1) 选中相邻的单元格

① 选中相邻的一个区域时,可单击区域左上角的单元格,按住鼠标左键,向右下角区域方向拖动,鼠标指针到达恰当位置后,释放鼠标左键,则选中了一个单元格区域。选中的单元格区域成反色显示,其中第一个单元格(即活动单元格)按正常色显示。

② 在 Excel 2013 中,表示一个区域可以以该区域的单元格地址开始,后跟一个冒号“:”,然后以该区域右下角的单元格地址结束。

③ 单击区域的第一个单元格,按住 Shift 键,再单击区域的最后一个单元格,可选中一个矩形区域,如单击单元格 A1,按住 Shift 键不放,单击单元格 D5,即可选中 A1:D5 区域。

④ 选中整行时,单击工作表的行号即可选中整行。

⑤ 选中整列时,单击工作表的列号即可选中整列。

⑥ 选中整个工作表时,单击工作表行号与列标交叉处。

⑦ 选中相邻行(或列)时,单击并拖动要选中的行号(或列标)。

2) 选中不相邻的单元格

① 选中不相邻的多个矩形区域时,单击选择区域的第一个单元格,按住 Ctrl 键,继续选中其他区域。

② 选中不相邻的行(或列)时,单击行号(或列标),按住 Ctrl 键,再单击其他要选中的行号(或列标)即可。

3. 编辑单元格数据

在单元格中输入了数据之后,还可以对其中的数据编辑修改。在编辑单元格数据时,可以采取以下几种方式。

(1) 双击需编辑的单元格将光标定位到其中,再对其中的数据编辑修改即可。

(2) 选中需编辑的单元格,并按 F2 键将光标定位到其中,对其中的数据编辑修改。

(3) 选中需编辑的单元格,并单击编辑栏将光标定位到编辑栏中,然后在编辑栏中对单元格数据进行编辑修改。

(4) 选中需编辑的单元格,直接键入新的数据覆盖原有数据。

在编辑单元格时,可以使用鼠标或光标移动键重新定位插入点,按 Delete 或 BackSpace 键分别删除插入点右边或左边的字符。当完成编辑后,可按 Enter 键确认修改,按 Esc 键取消修改。

4. 清除单元格

清除有些类似于一般意义上的删除，但在 Excel 2013 中，清除和删除是两个不同的概念。清除单元格是指清除单元格中的内容；删除单元格则不仅删除单元格中的内容，还将删除单元格本身。

清除一个单元格或一个单元格区域中的所含内容，可以用如下方式。

- (1) 选中要清除内容的单元格或单元格区域。
 - (2) 右击，在弹出的快捷菜单中选择“清除内容”选项，则选中的单元格或单元格区域内容被清除。
- 也可以在选中单元格或单元格区域后按 Delete 键或 BackSpace 键。

5. 移动复制单元格数据

移动数据是指把某个单元格（或区域）的内容从当前的位置删并除放到另外一个位置；而复制是指当前内容不变，并把内容复制到另外一个位置。如果原来的单元格中含有公式，移动或复制到新位置的时候，公式会因为单元格区域的引用变化生成新的计算结果。

1) 利用菜单选项复制或移动数据

单击“开始”选项卡“剪贴板”分组中的“复制”“剪切”和“粘贴”按钮，可以方便地复制或移动单元格中的数据。具体操作步骤如下。

- ① 选中要进行复制的单元格或单元格区域。
- ② 单击“开始”选项卡“剪贴板”分组中的“复制”按钮，此时选中的单元格或单元格区域被一个深绿色边框包围，它被称为“活动选定框”。
- ③ 选中要粘贴到的单元格或单元格区域左上角的单元格。
- ④ 单击“剪贴板”分组中的“粘贴”按钮，即可将选定区域的数据复制或移动到目标区域。如果要移动数据，则单击“剪贴板”分组中的“剪切”按钮即可。

2) 利用鼠标拖动复制或移动数据

如果移动或者复制的源单元格和目标单元格相距较近，则直接使用鼠标可以更快地实现复制和移动数据。

具体操作步骤如下。

- ① 选中要复制或移动的单元格或单元格区域，如图 5-63 所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	汪建军	男	87	93	69	76	88			
3	刘成	男	79	85	92	89	57			
4	李小兰	女	92	98	79	74	79			
5	陈鹏	男	78	77	87	78	83			
6	江晓华	女	69	72	79	64	80			
7	吴文	男	93	88	77	75	94			
8	赵香芳	女	66	75	86	59	78			
9	杨娟	女	82	80	73	74	83			
10	李军	男	79	84	92	86	76			
11	杨玉田	男	84	78	90	82	72			
12	钱江	男	69	75	84	79	85			
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										

图 5-63 原工作表

② 将鼠标指针移动到所选中的单元格或单元格区域的边缘，当光标变成“十字箭头”状时按住鼠标左键不放。

③ 拖动鼠标，此时一个与源单元格或单元格区域一样大小的虚线框会随着鼠标指针移动。

④ 到达目标位置后释放鼠标左键，数据即可被移动到新的位置，如图 5-64 所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	汪建军	男	87	93	69	76	88			
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12			刘成	男	79	85	92	89	57	
13			李小兰	女	92	98	79	74	79	
14			陈鹏	男	78	77	87	78	83	
15			江晓华	女	69	72	79	64	80	
16			吴文	男	93	88	77	75	94	
17			赵香芳	女	66	75	86	59	78	
18			杨娟	女	82	80	73	74	83	
19			李军	男	79	84	92	86	76	
20			杨玉田	男	84	78	90	82	72	
21			钱江	男	69	75	84	79	85	

图 5-64 拖动鼠标后

6. 插入单元格

Excel 2013 允许用户在已经建立的工作表中插入行、列或单元格，这样在表格的适当位置可填入新的内容。

1) 插入单元格

在要插入单元格的位置选中与要插入的单元格数目相同的单元格。

单击“开始”选项卡“单元格”分组中的“插入”按钮，从下拉列表中选择“插入单元格”选项，弹出“插入”对话框，如图 5-65 所示。对话框中各选项的功能如下。

活动单元格右移：在活动单元格位置插入单元格，活动单元格向右移动。

活动单元格下移：在活动单元格位置插入单元格，活动单元格向下移动。

整行：在活动单元格的位置插入与所选单元格区域行数相同的行，原区域所在行自动下移。

整列：在活动单元格的位置插入与所选单元格区域列数相同的列，原区域所在列自动右移。

在对话框中选择一种插入方式，单击“确定”按钮。

2) 插入行列

如果要插入整行或整列的单元格，则可以直接选择插入行列的方法。

在工作表中选中一行或多行后右击，在弹出的快捷菜单中选择“插入”选项，或单击“单元格”分组中的“插入”按钮，从下拉列表中选择“插入工作表行”选项，即可在选中行的上方插入空行，插入的空行数与选中的行数相同。

在工作表中选中一列或多列后右击，在弹出的快捷菜单中选择“插入”选项，或单击“单

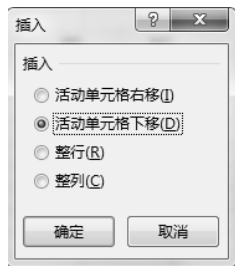


图 5-65 “插入”对话框

元格”分组中的“插入”按钮，从下拉列表中选择“插入工作表列”选项，即可在选中列的左侧插入空列，插入的空列数与选中的列数相同。

插入空行后，原有选中行及其下方的行自动向下移；插入空列后，原有选中列及其右侧的列自动向右移。

7. 删除单元格

当工作表中某些数据及其位置不再需要时，可以将它们删除。这种删除方式将选中区域的内容和位置一并删除，而按 Delete 键只能清除选中区域中的内容，清除内容后空白的单元格仍然存在工作表中。

1) 删除选中单元格

① 选中要删除的单元格或单元格区域。

② 单击“开始”选项卡“单元格”分组中的“删除”按钮，从下拉列表中选择“删除单元格”选项，系统将弹出“删除”对话框，如图 5-66 所示。对话框中的各选项功能如下。

右侧单元格左移：活动单元格右侧的单元格向左移动填充被删除的单元格。

下方单元格上移：活动单元格下方的单元格向上移动填充被删除的单元格。

整行：活动单元格所在的行被删除，如果选中的是单元格区域，那么单元格区域所在的行将被全部删除。

整列：活动单元格所在的列被删除，如果选中的是单元格区域，那么单元格区域所在的列将被全部删除。

在对话框中选择一种删除方式，单击“确定”按钮。

2) 删除行或列

如果要删除整行或整列的单元格，则可以直接选择删除行或列的方法。

在工作表中选中需删除的行或列后右击，在弹出的快捷菜单选择“删除”选项或单击“单元格”分组中的“删除”按钮，即可将选中的行或列删除。

删除行后，被删除行下方的行自动向上移以填补被删除行留下的空白位置；删除列后，被删除列右侧的列自动向左移以填补被删除列留下的空白位置。

8. 自动填充

在实际应用中，工作表的某一行或列中的数据经常是一些有规律的序列。例如，学生信息的学号往往是连续的，而课程表的第一行一般是“星期一”、“星期二”、……。对于这样的序列，可以通过 Excel 2013 的自动填充功能自动生成。

1) 常规自动填充

在工作表中选中单元格后，单元格右下角出现一个被称为填充柄的小方块，通过拖动单元格填充柄，可以将选中单元格中的内容复制或按序列规则延伸到同行或同列中的其他单元格。操作步骤如下。

① 选中包含填充序列的起始数据的单元格。

② 将鼠标指针指向选中单元格右下角的填充柄，并按下鼠标左键，横向或纵向拖动鼠标。

③ 拖动到目标位置后释放鼠标左键。

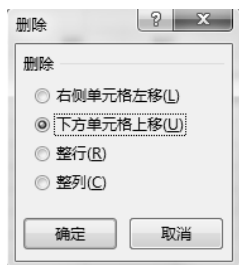


图 5-66 “删除”对话框

2) 按指定步长填充

步长是指序列在延伸的过程中, 每一步延伸的幅度, 即等差序列中相邻项之间的差, 或等比序列中相邻项之间的比。例如, 数字等差序列“1、5、9、13、17…”的步长为4。

要按指定步长进行等差数列的填充有一个比较简单的方法, 即在填充之前输入序列的前两个数据, 再进行填充, 这样系统会根据用户输入的两个数据确定填充序列的步长。

例如, 假如要建立一个从4月1日开始步长为2的日期序列, 可以执行以下操作步骤。

- ① 在序列的第一个单元格和第二个单元格中分别输入“4月1日”和“4月3日”。
- ② 选中这两个单元格。
- ③ 横向或纵向拖动选中单元格右下角的填充柄, 直至目标位置。

3) 右键拖动填充

虽然我们所做的绝大部分操作都使用鼠标的左键进行, 使用左键通常可以是最快捷的操作, 但使用右键往往有更多的灵活性、更大的选择余地。

在自动填充时, 使用左键拖动填充柄进行自动填充时非常快捷, 但对填充过程中的一切无法控制, 而使用右键却不然。如果在填充时使用鼠标右键拖动填充柄, 在拖动到目标位置并释放右键后, 系统会弹出一个快捷菜单, 选择该快捷菜单中的选项可以选择不同方式的填充。

右键填充快捷菜单中有如下选项。

- ① 复制单元格: 将选中单元格中的内容复制到其余单元格中。
- ② 填充序列: 将选中单元格中的内容按序列规则延伸到其余单元格中。
- ③ 仅填充格式: 将选中单元格的格式复制到其余单元格中。
- ④ 不带格式填充: 在填充单元格内容时不将格式复制到其他单元格中。
- ⑤ 以天数填充: 用一个逐日增加的日期序列填充其余单元格。
- ⑥ 以工作日填充: 用一个按工作日(根据一个工作周)增加的日期序列填充其余单元格。
- ⑦ 以月填充: 用一个逐月增加的日期序列填充其余单元格。
- ⑧ 以年填充: 用一个逐年增加的日期序列填充其余单元格。
- ⑨ 等差序列: 用一个相邻项的差相等的序列填充其余单元格。
- ⑩ 等比序列: 用一个相邻项的比相等的序列填充其余单元格。

在快捷菜单中选择某个选项即可按照指定的方式进行填充。

5.2.3 工作表操作

1. 切换工作表

一个工作簿中一般包含多个工作表, 但在一个工作簿窗口中只能显示一个工作表。在工作簿窗口的底部有一排工作表标签, 每一个工作表都对应着一个工作表标签, 标签上是该工作表的名称。单击某个工作表标签即可切换到该标签所对应的工作表。

如果工作簿中包含的工作表数目较多, 则可以单击位于标签区域左侧的滚动按钮显示需要的工作表标签。

2. 工作表命名

在新建的工作簿中, Excel 2013 会自动创建一个名称为“Sheet1”的工作表, 工作表的名

称会显示在工作表标签上。如果需要,也可以将工作表重新命名,方法是双击需重新命名的工作表的标签,输入新的名称即可。

3. 选中工作表

在对工作表作移动、复制、删除等操作之前,需要选中工作表,在 Excel 2013 中可按以下方法选中工作表。

(1) 单击某个工作表标签可选中单个工作表。

(2) 先单击第一个工作表的标签,再按住 Shift 键单击最后一个工作表的标签可选中两个以上相邻的工作表。

(3) 先单击第一个工作表的标签,再按住 Ctrl 键单击其他工作表的标签可选中两个以上不相邻的工作表。

(4) 右击工作表标签,选择快捷菜单中的“选定全部工作表”选项可选中工作簿中的所有工作表。

(5) 选中多张工作表后,按住 Ctrl 键单击选中的工作表标签可取消对该工作表的选中。

选中的工作表标签将呈白色。选中多个工作表后,对当前工作表的操作会同样作用到其他被选中的工作表中。

4. 移动、复制工作表

移动、复制工作表的操作步骤如下。

① 打开移动或复制的源工作簿和目的工作簿。

② 在源工作簿中选中需移动或复制的工作表。

③ 右击选中的工作表标签,并选择快捷菜单中的“移动或复制工作表”选项,弹出“移动或复制工作表”对话框。

④ 在对话框的“工作簿”列表框中选择移动或复制的目的工作簿(该工作簿必须事先打开)。

⑤ 在对话框的工作表列表中选择将移动或复制的工作表插入到目的工作簿的哪个工作表之前。

⑥ 选中对话框中的“建立副本”复选框可以将选中工作表复制到目的工作簿中,或取消选中“建立副本”复选框将选中工作表移动到目的工作簿中。

⑦ 单击“确定”按钮。

此外,如果要在同一个工作簿中移动工作表,则可以直接使用鼠标横向拖动工作表标签到需要的位置。如果要在同一个工作簿中复制工作表,则可以按住 Ctrl 键,再使用鼠标横向拖动工作表标签到需要的位置。

5. 插入、删除工作表

通常每个新建的工作簿中有一个工作表,用户也可以根据需要再插入新的工作表或删除已有的工作表。

插入工作表的操作步骤如下。

选择工作表的插入位置,单击“开始”选项卡“单元格”分组中的“插入”下拉按钮,从下拉列表中选择“插入工作表”选项,即可在刚才所选的工作表左侧插入一个新的工作表。

选中需删除的工作表后右击，在弹出的快捷菜单中选择“删除”选项即可将选中工作表删除。

5.2.4 设置工作表格式

1. 单元格格式设置

1) 设置字符格式

在设置单元格字符格式时，可以选择以下两种方式。

- ① 选中整个单元格，对单元格中的所有文本做相同设置。
- ② 双击单元格将光标定位到其中，选中其中的部分字符进行设置。

采用第一种方法时，选中单元格中的所有文本的字符格式设置必须相同；采用第二种方法时，可将一个单元格中的不同文本设置为不同的字符格式。

选中需设置字符格式的单元格或其中的分部分字符后，可以采用以下方法设置字符格式。

- ① 单击“开始”选项卡“字体”分组中的“字体”“字号”等按钮进行设置。
- ② 右击，在弹出的快捷菜单中选择“设置单元格格式”选项，弹出“设置单元格格式”对话框，在该对话框的“字体”选项卡（图 5-67）中进行设置。



图 5-67 “字体”选项卡

2) 设置对齐方式

单元格对齐方式是指文本在单元格中的排列规则，包括水平对齐方式和垂直对齐方式。

单元格的水平对齐方式是指单元格文本在水平方向上的分布规则，除了左对齐、居中等常见的对齐方式之外，还有以下两种方式。

- ① 常规：根据单元格中数据的类型选择对齐方式。例如，文本左对齐，数字、日期和时间右对齐，逻辑值居中。

② 填充：在全部选中的单元格区域中，复制该区域中最左边单元格中的字符。

单元格的垂直对齐方式包括靠上、居中、靠下、两端对齐和分散对齐 5 种，其中两端对齐方式是指单元格内容均匀地排列在单元格的上下边之间。

自动换行是指单元格中的文本根据单元格宽度自动换行，在“对齐”选项卡中选中“自动换行”复选框可选择采用自动换行方式。

在“设置单元格格式”对话框中选择“对齐”选项卡可以设置以上对齐方式，如图 5-68 所示。

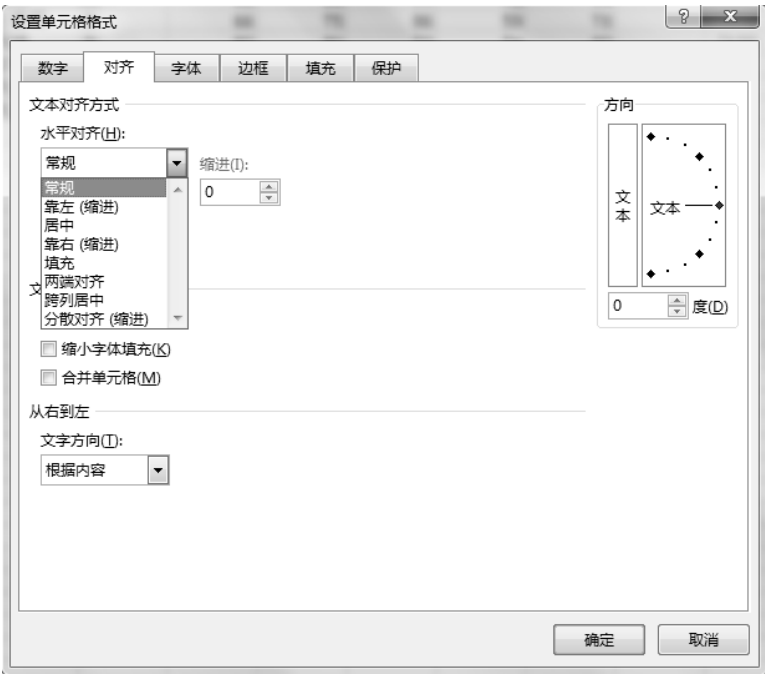


图 5-68 “对齐”选项卡

3) 设置数字格式

数字格式是指数字、日期、时间等各种数据在工作表中的显示方式。

Excel 2013 中主要有以下几类数字格式。

常规：不包含任何特定的数字格式。

数值：用于一般数字的表示，可选择小数位数、是否具有千位分隔符及负数的显示方式。

货币：用于表示货币数值，可自动在数值前添加各种货币符号。

会计专用：在货币格式的基础上可对齐货币符号和小数点。

日期：将日期时间数值显示为各种格式的日期值。

时间：将日期时间数值显示为各种格式的时间值。

百分比：将单元格数值显示为百分数形式。

分数：将单元格数值显示为各种分数格式。

科学记数：将单元格数值显示为科学记数格式。

文本：将数字作为文本处理。

特殊：包括邮政编码、中文小写数字和中文大写数字等特殊格式。

2. 调整行高和列宽

在 Excel 2013 中可以通过鼠标拖动的方法或使用菜单选项来改变工作表的行高和列宽。

1) 使用鼠标调整行高列宽

使用鼠标可以非常方便、直观地改变工作表的行高和列宽，操作方法有以下几种。

- ① 将鼠标指针指向列号的右边界，按下左键拖动鼠标可以移动列线并改变列宽。
- ② 将鼠标指针指向行号的下边界，按下左键拖动鼠标可以移动行线并改变行高。
- ③ 选中多列后，拖动其中某一列的右边界可以改变所有选中列的列宽，同时使所有选中列的列宽相等。

④ 选中多行后，拖动其中某一行的下边界可以改变所有选中行的行高，同时使所有选中行的行高相等。

⑤ 双击列号的右边界可以将列宽调整至与本列中最宽的单元格内容相符合。

⑥ 双击行号的下边界可以将行高调整至与本行中最高的单元格内容相符合。

2) 使用菜单选项

相对于鼠标方式，使用菜单选项可以更加准确地设置工作表的行高和列宽。具体操作方法有以下几种。

① 选中需设置行高的行，单击“开始”选项卡“单元格”分组中的“格式”下拉按钮，从下拉列表中选择“行高”选项，弹出“行高”对话框，在其中可以准确设置选中行的行高数值。

② 选中需设置列宽的列，单击“开始”选项卡“单元格”分组中的“格式”下拉按钮，从下拉列表中选择“列宽”选项，弹出“列宽”对话框，在其中可以准确设置选中列的列宽数值。

③ 单击“开始”选项卡“单元格”分组中的“格式”下拉按钮，从下拉列表中选择“自动调整行高”选项，可将活动单元格所在行的行高设置为与活动单元格内容的高度相符合。

④ 打开“开始”选项卡“单元格”分组中的“格式”下拉按钮，从下拉列表中选择“自动调整列宽”选项，可将活动单元格所在列的列宽设置为与活动单元格内容的宽度相符合。

3. 条件格式设置

条件格式设置可以突出显示某些单元格，强调异常数值，以及实现数据的可视化效果，操作方法如下。

选择要进行条件格式设置的单元格区域，单击“开始”选项卡“样式”分组中的“条件格式”下拉按钮，在下拉列表中选择相应的条件格式设置方式，如图 5-69 所示，将学生成绩表中语文成绩在 80 分以上的单元格设置为红色字体，突出显示单元格。

4. 合并分解单元格

在新建的空白工作簿中，所有单元格的分布是均匀的，也就是说，在表格的每一行中和每一列中的单元格个数是相同的。但在实际应用中，要制作的表格往往不是这么规则的，这时，需要通过合并单元格来调整表格的结构。

1) 合并单元格

合并单元格是指将多个单元格合并为一个单元格。合并单元格的操作步骤如下。

学生成绩表							
姓名	性别	物理	数学	英语	语文	化学	总分
汪建军	男	87	93	69	76	88	
刘成	男	79	85	92	89	57	
李小兰	女	92	98	79	74	79	
陈鹏	男	78	77	87	78	83	
江晓华	女	69	72	79	64	80	
吴文	男	93	88	77	75	94	
赵香芳	女	66	75	86	59	78	
杨娟	女	82	80	73	74	83	
李军	男	79	84	92	86	76	
杨玉田	男	84	78	90	82	72	
钱江	男	69	75	84	79	85	
孙明波	男	79	72	85	68	70	
段小松	男	83	79	66	75	82	
张宁	女	77	84	86	84	69	
胡琴	女	66	74	80	91	90	
廖杰	男	62	69	78	82	88	

图 5-69 突出显示单元格

选中需合并的单元格，单击“开始”选项卡“对齐方式”分组中的“合并后居中”下拉按钮，然后在下拉列表中选择一种合并方式。

合并单元格时，Excel 2013 将把选中区域左上角单元格中的数据放入合并后的单元格中。而其余单元格中的数据将被合并单元格覆盖。

2) 分解单元格

合并后的单元格可以重新被分解为合并前的独立单元格。分解单元格的操作步骤如下。
选中需分解的单元格（此单元格必须为由多个单元格合并而成的单元格），单击“开始”选项卡“对齐方式”分组中的“合并后居中”下拉按钮，然后在下拉列表中选择“取消单元格合并”选项，这样即可将选中的合并单元格分解。

分解单元格时，被分解单元格中的数据将保存在分解后的多个单元格中位于左上角的单元格中。

5.2.5 公式和函数的使用

在 Excel 2013 中，可以在单元格中输入公式或使用 Excel 2013 中的函数来完成对工作表的计算。

1. 输入公式

输入公式的操作类似于输入文字，不同的是，公式总是以等号“=”开头的，其后是公式表达式。在一个公式中，可以包含各种算术运算符、常量、变量、单元格地址等。

1) 常规方法

通常情况下，可以按以下步骤输入公式。

- ① 选中需输入公式的单元格。
- ② 键入公式的标记——“=”。
- ③ 继续键入公式的具体内容。
- ④ 完毕后按 Enter 键确认输入。

2) 自动计算

通过自动计算功能可以对选中的单元格区域进行自动计算，自动计算的操作步骤如下。

选中要插入计算结果的单元格，单击“公式”选项卡“函数库”分组中的“自动求和”下拉按钮，从下拉列表中选择一种计算方式自动计算，计算机结果将显示在单元格区域的下方或右侧单元格中。

2. 公式中的运算符

Excel 2013 公式中使用的运算符主要有以下几种。

1) 算术运算符

算术运算符包括+（加）、-（减）、*（乘）、/（除）、%（百分比）、^（乘方）。算术运算符通常要求有两个数值型的运算分量，其运算结果为数值型。

2) 连接运算符

运算符&用于把两个字符串连接起来，可以将一个或多个文本值连接，产生一个连续的新文本值。例如，“计算机”&“基础”的结果是“计算机基础”。

3) 比较运算符

比较运算符包括=（等于）、<（小于）、<=（小于等于）、>（大于）、>=（大于等于）、<>（不等于）。

表 5-2 运算符的优先级

-	负号
%	百分号
^	乘方
* /	乘、除
+ -	加、减
&	连接文字
= < <= > >= <>	比较

比较运算符的运算结果是逻辑值 True(真)或 False(假)。

如果公式中同时用到了多个运算符，则 Excel 2013 将按表 5-2 所示的优先级顺序进行运算。负号的优先级最高，比较运算符的优先级最低。

此外，在公式中还可以使用圆括号，圆括号内的表达式可优先运算。

3. 单元格引用

在公式中使用单元格地址即可形成了引用，它的作用在于指明公式中使用数据的位置。通过引用，统计和分析将更方便和快捷。引用分为相对引用和绝对引用两种。

1) 按地址引用单元格

通常情况下，可以根据单元格的地址表示来引用单个单元格或单元格区域。

Excel 2013 工作表的行采用数字（1、2、3…）编号，列采用字母（A、B、C…）编号，可以使用单元格所在的行或列编号来表示单元格，规则如下。

- ① 用“列号行号”的形式表示单个单元格，如 B3 表示位于 B 列第 3 行的单元格。
- ② 用“左上角单元格地址:右下角单元格地址”表示一个矩形范围的单元格区域，如 A2:B5 表示 A2 到 B5 矩形区域的 8 个单元格。

如果要表示一个不规则的单元格区域，则需要使用到前面讲过的引用操作符“，”，例如，可以使用“D3, E4, F5”来表示 D3、E4、F5 共 3 个单元格。

2) 引用操作

了解了有关单元格地址的规则之后，可以在公式中对单元格进行引用。在编辑公式时可以按以下两种操作方法引用单元格。

- ① 直接在公式中键入引用的单元格或单元格区域的地址。

② 使用鼠标在工作表中选中需引用的单元格或单元格区域，选中区域四周会出现深绿色边框，同时选中区域的地址插入到公式的光标位置处。

如图 5-70 所示，假设要利用公式对 C3:G3 单元格区域中的所有单元格进行求和，并将结果存储在单元格 H3 中，可以按如下步骤进行操作。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	学 生 成 绩 表							
2	姓名	性别	物理	数学	英语	语文	化学	总分
3	汪建军	男	87	93	69	76	88	=SUM(C3:G3)
4	刘成	男	79	85	92	89	57	
5	李小兰	女	92	98	79	74	79	
6	陈鹏	男	78	77	87	78	83	
7	江晓华	女	69	72	79	64	80	
8	吴文	男	93	88	77	75	94	
9	赵春芳	女	66	75	86	59	78	
10	杨娟	女	82	80	73	74	83	
11	李军	男	79	84	92	86	76	
12	杨玉田	男	84	78	90	82	72	
13	钱江	男	69	75	84	79	85	
14	孙明波	男	79	72	85	68	70	
15	段小松	男	83	79	66	75	82	
16	张宁	女	77	84	86	84	69	
17	胡琴	女	66	74	80	91	90	
18	廖杰	男	62	69	78	82	88	

图 5-70 在公式中引用单元格

- ① 在工作表中选中 H3 单元格。
- ② 依次键入字符 “=SUM(”（SUM 为求和函数）。
- ③ 在工作表中拖动鼠标选中需引用的单元格区域（选中区域被一个深绿色边框围绕），选中区域的地址自动插入到公式中的光标所在位置。
- ④ 键入字符 “)”，按 Enter 键。

在使用鼠标选择需引用的单元格之前，需注意必须将光标定位在公式中需插入单元格引用的位置。

3) 相对引用

在公式中引用单元格时，根据不同的需要，可以选择对单元格进行绝对引用或相对引用。相对引用是使用得较多的引用方式，默认情况下，公式都使用相对引用，如 A1、B4:F7 的引用即是相对引用。在相对引用中，被引用单元格的位置与公式单元格的位置相关，当公式单元格的位置改变时，其引用的单元格的位置也会发生相应的变化。

例如，在单元格 A1 中键入公式 “=B2”，通常会认为在公式中引用了位于 B 列第 2 行的单元格，但实际上准确一点的说法应该是——在公式中引用了位于公式单元格右边一列、下面一行的单元格，也就是说，公式中的单元格引用 “B2” 并不表示 “B 列第 2 行” 这样一个绝对的位置，而表示其相对于公式单元格 A1 的位置。

相对引用的好处是当移动、复制或自动填充公式单元格时，可以保持公式单元格和引用单元格的相对位置不变。

如图 5-71 所示，在单元格 D5 中输入了公式 “=A4” 后，计算结果为 1，现在将该公式单元格复制到右边的单元格 E5 和下边的单元格 D6 中，计算结果分别为 4 和 2，查看其中的公式内容，发现 E5 中的公式为 “=B4”，D6 中的公式为 “=A5”，均对应着其左边 3 列、上面 1

行的单元格数据。可以看到，在相对引用中，当公式单元格向某个方向偏移时，它所引用的单元格同样会向该方向偏移。

4) 绝对引用

与相对引用相反，绝对引用的单元格位置不会随公式单元格位置的改变而改变。

绝对引用的形式是在单元格的行列号前加上美元符号“\$”，如“\$B\$2”表示对单元格 B2 进行绝对引用，“\$B\$3:\$D\$6”表示对单元格区域 B3:D6 进行绝对引用。

如图 5-72 所示，在单元格 D5 中输入公式“=\$A\$4”后，计算结果为 1，现在将该公式单元格复制到右边的单元格 E5 和下边的单元格 D6 中，计算结果都是 1，查看其中的公式内容，发现 E2 和 D3 中的公式都为“=\$A\$4”。可以看到，在绝对引用中，当公式单元格向某个方向偏移时，它引用的单元格不会发生变化。

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4	1	4	7		
5	2	5	8	=A4	4
6	3	6	9	2	

图 5-71 相对引用

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4	1	4	7		
5	2	5	8	=\$A\$4	1
6	3	6	9	1	

图 5-72 绝对引用

5) 自动填充公式

自动填充公式是对自动填充功能和相对引用的综合应用，将二者结合起来可以达到事半功倍的效果，下面结合一个实例来讲述自动填充公式的应用。

如图 5-73 所示，工作表中有学生各门课程的成绩数据，假如要在“总分”栏中计算出每一位学生的总分，可按如下操作步骤进行。

- ① 选中“总分”栏中的第一个单元格 H3。
- ② 在该单元格中键入公式“=sum(C3:G3)”并按 Enter 键确认。
- ③ 拖动单元格 H3 右下角的填充柄至单元格 H18。

可以看到通过简单的几步操作，即可完成对每一位学生总分的计算。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	学生成绩表							
2	姓名	性别	物理	数学	英语	语文	化学	总分
3	汪建军	男	87	93	69	76	88	413
4	刘成	男	79	85	92	89	57	402
5	李小兰	女	92	98	79	74	79	422
6	陈鹏	男	78	77	87	78	83	403
7	江晓华	女	69	72	79	64	80	364
8	吴文	男	93	88	77	75	94	427
9	赵香芳	女	66	75	86	59	78	364
10	杨娟	女	82	80	73	74	83	392
11	李军	男	79	84	92	86	76	417
12	杨玉田	男	84	78	90	82	72	406
13	钱江	男	69	75	84	79	85	392
14	孙明波	男	79	72	85	68	70	374
15	段小松	男	83	79	66	75	82	385
16	张宁	女	77	84	86	84	69	400
17	胡琴	女	66	74	80	91	90	401
18	廖杰	男	62	69	78	82	88	379

图 5-73 自动填充实例

相对引用同样在这里发挥了作用，公式单元格被填充到每一个单元格时，其引用的单元格都自动做了相应的变化。

4. 使用函数

Excel 2013 提供了大量预定义的函数，用来执行数字、日期和时间、财务和统计等方面的计算。只要有可能，应尽量使用函数，而不是自己编写的公式。利用函数不仅能提高效率，还能节约工作表占用的内存空间。

函数由函数名和参数组成，各参数之间用逗号隔开，如 SUM(A1, A2)。输入包含函数的公式的操作步骤如下。

- ① 选中需输入公式的单元格。
- ② 键入公式中的常量、运算符等内容，并将光标定位在需插入函数的位置。
- ③ 单击编辑栏函数框左边的“插入函数”按钮，在弹出的“插入函数”对话框的选择函数列表中选择需要的函数，在弹出的“函数参数”对话框中给出该函数的参数输入框和函数简介。
- ④ 在参数输入框中输入函数的参数。
- ⑤ 重复步骤③、步骤④可以在公式中插入多个函数。
- ⑥ 在编辑栏中完成公式其余内容的输入后，单击“确定”按钮完成公式的创建。

5.2.6 数据库功能



在 Excel 2013 提供了排序、筛选、分类汇总等数据库功能，方便对表格中大量的数据进行处理。

1. 数据排序

Excel 2013 中提供了自动排序的功能，可以对数据按数字顺序、日期顺序、拼音顺序、笔画顺序进行排列。

1) 简单排序

简单排序是将数据表格按某一个关键字进行快速排序。简单排序的操作步骤如下。

- ① 选中位于排序列中的任意单元格。
- ② 单击“数据”选项卡“排序和筛选”分组中的“升序”按钮 ，可按该列数据进行升序排列，单击“降序”按钮 ，可按该列数据进行降序排列。

2) 复杂排序

如果对排序的要求较高，则可以按以下步骤对数据清单进行复杂排序。复杂排序的操作步骤如下。

- ① 将光标定位在数据区域的任一单元格中。
- ② 单击“数据”选项卡“排序和筛选”分组中的“排序”按钮，弹出如图 5-74 所示的“排序”对话框。
- ③ 选择“主要关键字”，并选择“排序依据”和“次序”，单击“添加条件”按钮，从而对“次要关键字”进行设置。
- ④ 在“排序”对话框中指定数据是否包含标题。

⑤ 单击“确定”按钮，即可按设定的排序方式进行排序。

按图 5-74 所示的设置对如图 5-75 所示的数据进行排序后，结果如图 5-76 所示。



图 5-74 “排序”对话框

从图中可以看到，系统先按“工资”列进行升序排序，对工资相同的记录，则按“奖金”列升序排序。

姓名	性别	出生日期	职称	工资	奖金
洪大勇	男	1971/9/10	教授	3600	1600
李小春	女	1990/5/6	讲师	2400	1200
刘明波	男	1988/12/19	讲师	2600	1000
宋虎	男	1991/4/5	讲师	2400	1780
汪小红	女	1978/6/8	副教授	3200	1400
吴亮	男	1969/2/5	教授	3650	2500
杨哈	女	1980/7/12	副教授	3200	1300
朱成	男	1966/6/7	教授	3650	2350

图 5-75 原数据

姓名	性别	出生日期	职称	工资	奖金
李小春	女	1990/5/6	讲师	2400	1200
宋虎	男	1991/4/5	讲师	2400	1780
刘明波	男	1988/12/19	讲师	2600	1000
杨哈	女	1980/7/12	副教授	3200	1300
汪小红	女	1978/6/8	副教授	3200	1400
洪大勇	男	1971/9/10	教授	3600	1600
朱成	男	1966/6/7	教授	3650	2350
吴亮	男	1969/2/5	教授	3650	2500

图 5-76 排序结果

2. 筛选数据

对于数据量较大的数据库，往往需要从大量的数据中按某些条件筛选出需要的数据记录。Excel 2013 中提供了自动筛选和高级筛选两种筛选数据的方法。

1) 自动筛选定值

将光标定位在表格区域中，单击“数据”选项卡“排序和筛选”分组中的“筛选”按钮，自动筛选箭头会出现在筛选清单中字段名的右边如图 5-77(a)所示，此时可以对数据记录进行各种方式的自动筛选。

姓名	性别	出生日期	职称	工资	奖金
洪大勇	男	1971/9/10	教授	3600	1600
李小春	女	1990/5/6	讲师	2400	1200
刘明波	男	1988/12/19	讲师	2600	1000
宋虎	男	1991/4/5	讲师	2400	1780
汪小红	女	1978/6/8	副教授	3200	1400
吴亮	男	1969/2/5	教授	3650	2500
杨哈	女	1980/7/12	副教授	3200	1300
朱成	男	1966/6/7	教授	3650	2350

(a)

姓名	性别	出生日期	职称	工资	奖金
洪大勇	男	1971/9/10	教授	3600	1600
吴亮	男	1969/2/5	教授	3650	2500
朱成	男	1966/6/7	教授	3650	2350

(b)

图 5-77 自动筛选选定值

进入自动筛选状态后，单击某个字段名的自动筛选箭头将显示该列中所有的单元格数值列表，在列表中选择某个数值，即可将该字段数值不等于选定值的记录隐藏。

如图 5-77(b)所示，单击“职称”字段的下拉按钮，然后在列表中选择“教授”选项后，工作表中只显示“职称”字段值为“教授”的记录，而将其余记录全部隐藏。

2) 自定义自动筛选

在自动筛选状态下可以自定义一个或两个比较条件来筛选数据。自定义自动筛选操作步骤如下。

- ① 在数据表中单击筛选字段右侧的自动筛选箭头，选择“数字筛选→自定义筛选”选项，弹出“自定义自动筛选方式”对话框，如图 5-78(a)所示。
- ② 在对话框中输入第一个条件（在左边的列表框中选择比较符号，在右边的列表框中输入比较数值）。
- ③ 选中“与”或“或”单选按钮选择两个条件之间的逻辑关系。
- ④ 输入第二个条件。
- ⑤ 单击“确定”按钮。

结果如图 5-78(b)所示，即从所有教职工记录中筛选出工资大于等于 2500 并且小于等于 3500 的教职工记录。



图 5-78 自定义自动筛选

3) 自动筛选最大/最小值

在自动筛选状态下还可以方便地筛选出某个字段数值最大或最小的前几个记录。自动筛选最大/最小值的操作步骤如下。

- ① 在数据表中单击筛选字段右侧的自动筛选箭头，选择“数字筛选→前 10 项”选项，弹出“自动筛选前 10 个”对话框。
- ② 在“最大/最小”列表框中选择筛选最大值还是最小值。
- ③ 在数值框中指定筛选记录的个数。
- ④ 单击“确定”按钮。

4) 高级筛选

如果要对数据表进行更为详细的筛选，则可以使用高级筛选方式。使用高级筛选方式既可以对单个列应用多个条件，又可以对多个列应用多个条件。

使用高级筛选时，先要在工作表中输入筛选条件。输入筛选条件时应遵循以下规则。

- ① 条件区域的第一行为条件标志行，其中为数据清单的各字段名。
- ② 条件标志行下至少有一行用来定义搜索条件。

③ 如果某个字段具有两个以上筛选条件，则可在条件区域中对应的条件标志下的单元格中依次键入各个条件，各条件之间的逻辑关系为“或”。

④ 要筛选同时满足两个以上字段条件的记录，可在条件区域的同一行中的对应的条件标志下输入各个条件，各条件之间的逻辑关系为“与”。

⑤ 要筛选满足两个或多个字段条件之一的记录，可在条件区域中的不同行输入各个条件，各条件之间的逻辑关系为“或”。

⑥ 筛选满足多组条件（每一组条件都包含针对多个字段的条件）之一的记录，可将各组条件输入在条件区域中的不同行上。

基本上可以这样来理解：在条件区域中，同一行中各条件之间的逻辑关系为“与”，不同行中各条件之间的逻辑关系为“或”。

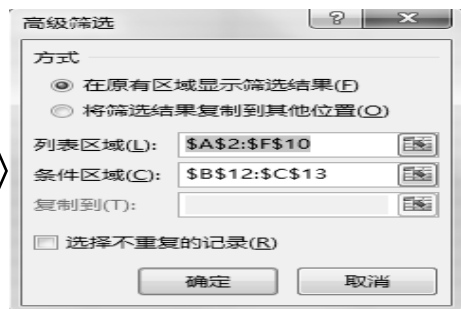
掌握了筛选条件的制定之后，可以在工作表中输入条件来筛选数据清单。高级筛选的操作步骤如下。

① 在工作表中输入筛选条件，如图 5-79(a)所示。

② 单击“数据”选项卡“排序和筛选”分组中的“高级筛选”按钮，弹出“高级筛选”对话框，如图 5-79(b)所示。

教职工工资表					
姓名	性别	出生日期	职称	工资	奖金
洪大勇	男	1971/9/10	教授	3600	1600
李小春	女	1990/5/6	讲师	2400	1200
刘明波	男	1988/12/19	讲师	2600	1000
宋虎	男	1991/4/5	讲师	2400	1780
汪小红	女	1978/6/8	副教授	3200	1400
吴亮	男	1969/2/5	教授	3650	2500
杨哈	女	1980/7/12	副教授	3200	1300
朱成	男	1966/6/7	教授	3650	2350
工资				奖金	
>3000				<2300	

(a)



高级筛选对话框，包含以下选项：

- 方式：
 - ☒ 在原有区域显示筛选结果(F)
 - ☐ 将筛选结果复制到其他位置(O)
- 列表区域(L): \$A\$2:\$F\$10
- 条件区域(C): \$B\$12:\$C\$13
- 复制到(T):
- ☐ 选择不重复的记录(R)
- 确定 取消

(b)

图 5-79 高级筛选操作过程

③ 选择在原有区域显示筛选结果，或将筛选结果复制到其他位置。

④ 在“列表区域”文本框中指定被筛选的数据区域。

⑤ 在“条件区域”文本框中指定存放筛选条件的区域。

⑥ 如果步骤③中选择将筛选结果复制到其他位置，则要在“复制到”文本框中指定复制位置。

⑦ 单击“确定”按钮。

如图 5-80 所示为一个筛选实例的操作过程，例中，输入的筛选条件表示从数据表中筛选出所有“工资”高于 3000，且“奖金”低于 2300 的记录。筛选结果如图 5-80 所示。

教职工工资表					
姓名	性别	出生日期	职称	工资	奖金
洪大勇	男	1971/9/10	教授	3600	1600
汪小红	女	1978/6/8	副教授	3200	1400
杨哈	女	1980/7/12	副教授	3200	1300
工资				奖金	
>3000				<2300	

图 5-80 筛选结果

3. 分类汇总

汇总是指对数据库中的某列数据做求和、求平均值等计算。例如，在月度销售报表中将每天的销售额进行求和，汇总得到全月的销售额。分类汇总是指根据数据表中的某一列数据将所有记录分类，再对每一类记录进行分别汇总。例如，根据销售产品的不同对每种产品的销售额进行分类求和汇总。

Excel 2013 可通过计算数据表中的分类汇总和总计值来自动汇总数据。使用自动分类汇总的数据表必须满足以下两个条件。

- ① 具有列标题（字段名）。
- ② 数据表必须在要进行分类汇总的列上排序。

1) 创建分类汇总

在 Excel 中可以按以下操作步骤创建分类汇总。

- ① 将分类列排序。
- ② 单击“数据”选项卡“分级显示”分组中的“分类汇总”按钮，弹出“分类汇总”对话框。
- ③ 在“分类字段”下拉列表中选择作为分类依据的字段。
- ④ 在“汇总方式”下拉列表中选择汇总的计算方式。
- ⑤ 在“选定汇总项”列表框中选中需汇总的字段对应的复选框。
- ⑥ 如果要从头开始分类汇总并替换原有的汇总，则选中“替换当前分类汇总”复选框，如果要在原有汇总的基础上创建多级汇总，则取消选中“替换当前分类汇总”复选框。
- ⑦ 单击“确定”按钮，关闭对话框。

如图 5-81 所示为将教职工工资表按“职称”分类汇总的操作过程，其中的汇总项为“工资”和“奖金”，汇总结果如图 5-82 所示。



图 5-81 分类汇总操作过程

从这个例子中可以看到，在创建分类汇总的过程中，需在对话框中指定以下几个选项。

- ① 分类字段：选择根据数据表中的哪个字段进行分类，切記事先必须对这个字段进行排序。
- ② 汇总方式：选择对要汇总的数据项进行哪种汇总运算，根据不同的需要可选择求和、平均值、最大值、最小值等。

教 职 工 工 资 表						
姓名	性别	出生日期	职称	工资	奖金	
汪小红	女	1978/6/8	副教授	3200	1400	
杨哈	女	1980/7/12	副教授	3200	1300	
李小春	女	1990/5/6	讲师	2400	1200	
刘明波	男	1988/12/19	讲师	2600	1000	
宋虎	男	1991/4/5	讲师	2400	1780	
洪大勇	男	1971/9/10	教授	3600	1600	
吴亮	男	1969/2/5	教授	3650	2500	
朱成	男	1966/6/7	教授	3650	2350	
总计				24700	13130	

图 5-82 汇总结果

③ 选定汇总项：选择对数据清单中的哪些字段的数据进行汇总。

2) 删除分类汇总

删除分类汇总的方法是先单击“数据”选项卡“分级显示”分组中的“分类汇总”按钮，弹出“分类汇总”对话框，再单击其中的“全部删除”按钮。

5.2.7 图表

图表是指将工作表中的数据用图形表示出来，与生成它们的工作表链接。当修改工作表数据时，图表也会被更新。

1. 创建图表

创建图表要以工作表中的数据为基础，工作表中数据将转化为图表的一系列数值的集合，称为数据系列，因此在创建图表时必须选定数据源。

图 5-83 是教职工工资表，现在根据其中的数据来创建图表，操作步骤如下。

① 在工作表中选中用于生成图表的源数据区域。

教 职 工 工 资 表						
姓名	性别	出生日期	职称	工资	奖金	
汪小红	女	1978/6/8	副教授	3200	1400	
杨哈	女	1980/7/12	副教授	3200	1300	
李小春	女	1990/5/6	讲师	2400	1200	
刘明波	男	1988/12/19	讲师	2600	1000	
宋虎	男	1991/4/5	讲师	2400	1780	
洪大勇	男	1971/9/10	教授	3600	1600	
吴亮	男	1969/2/5	教授	3650	2500	
朱成	男	1966/6/7	教授	3650	2350	

图 5-83 工作表数据源

② 单击“插入”选项卡“图表”分组中的相应类型按钮，打开下拉列表。

③ 在下拉列表中选择相应类型。

④ 在选择“插入柱形图”类型中的“簇状柱形图”选项后，即可在工作表中插入一张图表，如图 5-84 示。

2. 改变图表类型

在插入图表后，如果觉得类型或数据源不符合要求，还可以对其进行更改。

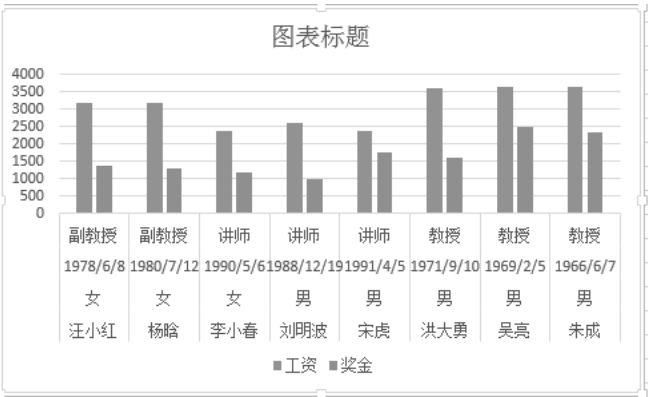


图 5-84 簇状柱形图

改变图表类型的操作步骤如下。

- ① 选中要改变类型的图表。
- ② 单击“图表工具”中“设计”选项卡“类型”分组中的“更改图表类型”按钮，或右击，在弹出的快捷菜单中选择“更改图表类型”选项，这时会弹出“更改图表类型”对话框，如图 5-85 所示。



图 5-85 “更改图表类型”对话框

- ③ 选择图表类型和子图表类型。
- ④ 单击“确定”按钮，完成图表类型的更改。

3. 更改数据源

更改图表数据源的操作方法如下。
选中要改变类型的图表，单击“图表工具”中“设计”选项卡“数据”分组中的“选择



数据”按钮，弹出“选择数据源”对话框，如图 5-86 所示，单击“图表数据区域”文本框右侧的  按钮，返回工作表，拖动鼠标选择表格中的相应数据，单击  按钮，返回“选择数据源”对话框，图表会按刚才选择的数据源取代原有的数据源。



图 5-86 “选择数据源”对话框

4. 在图表中添加标题

添加图表标题的操作步骤如下。

新插入的图表上方添加了一个文本框，其中显示“图表标题”，在文本框中输入文字，即可按指定文字添加标题。

添加坐标轴标题的操作步骤如下。

选中要添加图表标题的图表，单击“图表工具”中“设计”选项卡“图表布局”分组中的“添加图表元素”按钮，在下拉列表中选择“轴标题”中的“主要横坐标轴标题”选项，可以看到在坐标轴下方添加了一个文本框，其中显示“坐标轴标题”，在文本框中输入文字，即可按指定文字添加横坐标轴标题。

单击“图表布局”分组中的“添加图表元素”按钮，在下拉列表中选择“轴标题”中的“主要纵坐标轴标题”选项，可以看到在坐标轴左侧添加了一个文本框，其中显示“坐标轴标题”，在文本框中输入文字，即可按指定文字添加纵坐标轴标题。

5.3 演示文稿制作软件 PowerPoint 2013

本节主要介绍 PowerPoint 2013 的知识和操作，包括 PowerPoint 2013 的启动与退出、演示文稿的创建与编辑、幻灯片的格式化和外观设置、演示文稿的动画设置、放映和打印等。

5.3.1 PowerPoint 概述

1. PowerPoint 简介

PowerPoint 2013 是一款用于制作、维护、播放演示文稿的应用软件，可在演示文稿中插入和编辑文本、表格、图片、音频、视频、艺术字、公式、SmartArt 图形等对象，并设置幻

幻灯片的切换和动画效果。演示文稿是由若干张连续的幻灯片组成的文档，幻灯片是演示文稿的组成单位。如图 5-87 所示为 PowerPoint 2013 的初始启动界面。

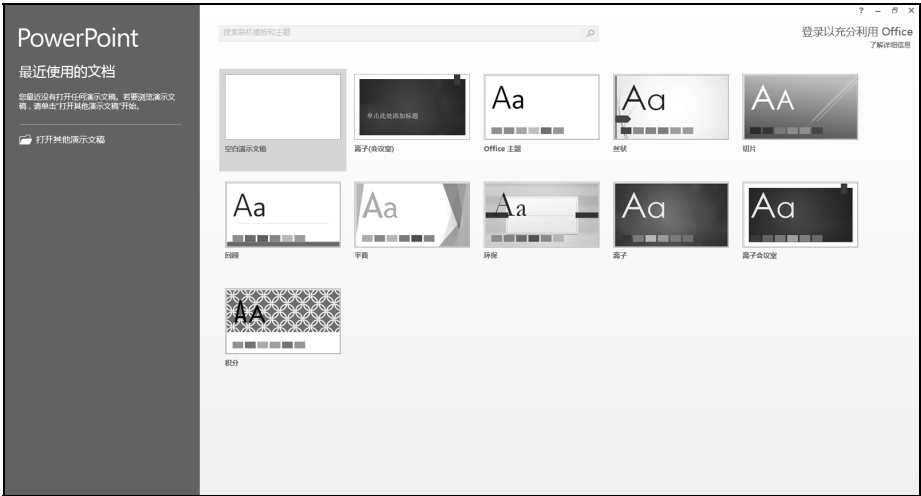


图 5-87 PowerPoint 2013 初始启动界面

2. PowerPoint 2013 的启动与退出

1) 启动 PowerPoint 2013

启动 PowerPoint 2013 的方法有很多，这里主要介绍常用的 3 种方法。

(1)“开始”菜单启动：选择“开始”→“所有程序”→“Microsoft Office 2013”→“PowerPoint 2013”选项，启程程序。

(2) 桌面快捷方式启动：如在桌面上已创建 PowerPoint 2013 应用程序的快捷方式，直接双击快捷方式即可启动 PowerPoint 2013。

(3) 利用已有的演示文稿文件打开程序：如有已保存的演示文稿（扩展名为“.pptx”），双击文件后计算机在启动 PowerPoint 2013 程序的同时打开文件。

2) 退出 PowerPoint 2013

退出 PowerPoint 2013 的方法通常有以下 3 种。

- (1) 直接单击 PowerPoint 2013 控制菜单中的“关闭”按钮。
- (2) 单击“文件”选项卡中的“关闭”按钮。
- (3) 双击 PowerPoint 2013 窗口左上角的“关闭”按钮。


3. PowerPoint 2013 窗口布局

PowerPoint 2013 的窗口组成如图 5-88 所示。

1) 标题栏

程序窗口顶端是标题栏。在标题栏中显示的是当前执行的应用软件名（Microsoft PowerPoint）和演示文稿名（默认文件名为“演示文稿 1”）。

2) 快速访问工具栏

该工具栏显示常用的工具图标，单击图标可执行相应的命令。添加或删除快速访问工具栏中的图标，可通过单击“”按钮，在打开的“自定义快速访问工具栏”菜单中重新选中。

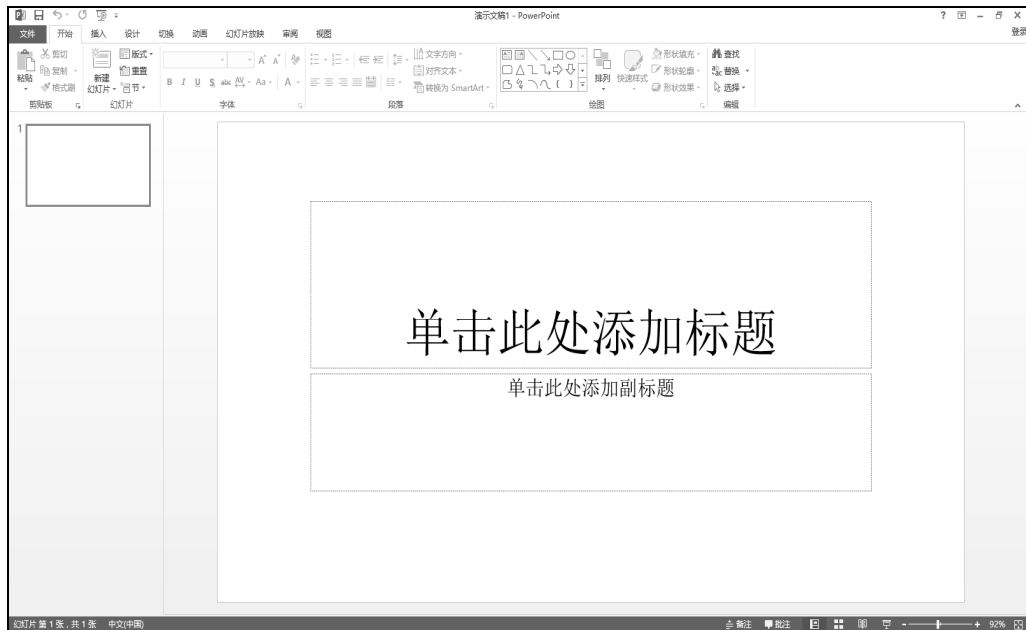


图 5-88 PowerPoint2013 程序窗口

3) 选项卡

PowerPoint 提供的选项卡是用户控制 PowerPoint 功能的主要工具, 通过单击选项卡可以显示分组的按钮和命令。默认情况下, PowerPoint 2013 包含以下 9 个选项卡: “文件”“开始”“插入”“设计”“切换”“动画”“幻灯片放映”“审阅”“视图”。

4) 分组

选项卡以组的形式管理命令, 每个组由一组相关的命令组成。例如, “插入”选项卡包括“表格”“插图”“链接”等分组。

5) 幻灯片窗格

幻灯片窗格显示当前幻灯片。它是编辑幻灯片的主要区域, 在此可以对文本、插入图片、表格、图表、绘图对象、文本框、电影、声音、超链接、SmartArt 图形和动画等对象进行添加、修改和删除操作。

6) 状态栏

在 PowerPoint 窗口最底端是状态栏, 这里主要显示一些与当前编辑演示文稿有关的信息, 如显示幻灯片的张数, 当前处理的是第几张幻灯片、视图方式、显示比例等。备注区可以输入备注信息, 在放映状态时备注信息不会显示。

4. PowerPoint 2013 的主要视图方式

视图是文档在计算机屏幕上的显示方式。PowerPoint 2013 共提供了多种视图, 本章着重介绍以下 5 种视图, 分别是“普通视图”、“大纲视图”、“幻灯片浏览视图”、“备注页视图”和“阅读视图”。

1) 普通视图

启动 PowerPoint 后首先看到的普通视图。普通视图是主要的编辑视图, 用于撰写或设计演示文稿。该视图有 3 个工作窗格: 选项卡窗格、幻灯片窗格和备注窗格。单击视图按钮中

的“普通视图”按钮或单击“视图”选项卡中的“普通视图”按钮均可切换到普通视图。

2) 大纲视图

在大纲视图中可以对在其窗体中显示的幻灯片文本进行撰写和修改。

3) 幻灯片浏览视图

单击“视图”选项卡中的“幻灯片浏览”按钮可切换到幻灯片浏览模式，如图 5-89 所示。在该视图中，幻灯片呈行列排列，可以对其进行添加、编辑、移动、复制、删除等操作，但是不能对单张幻灯片进行编辑。如果要对单张幻灯片进行编辑，则可双击该张幻灯片，切换到普通视图方式下进行编辑。

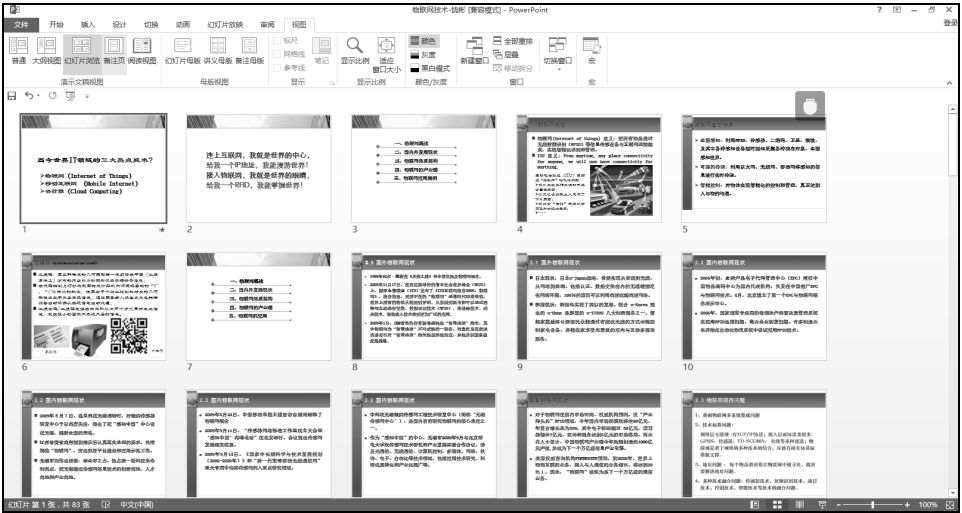


图 5-89 幻灯片浏览视图示例

4) 备注页视图

单击“视图”选项卡中的“备注页”按钮，系统切换到备注页视图模式，该视图分为上下两部分，上面是幻灯片，下面是一个文本框，文本框用以输入备注内容，如图 5-90 所示。

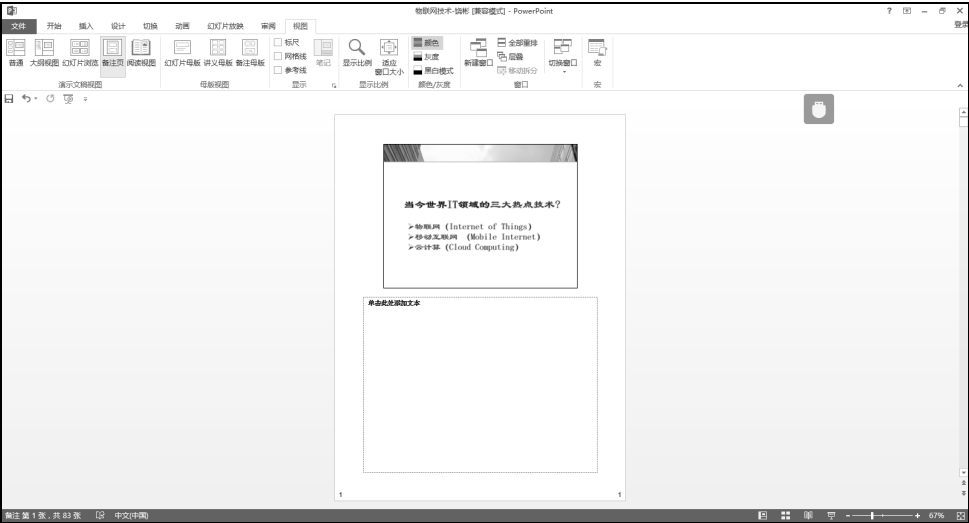


图 5-90 备注页视图示例

备注页是演示者对每张幻灯片的注释或提示，备注页视图与备注窗格略有不同的是，在备注窗格中用户只能添加文本，若想在备注中加入图形，则必须使用备注页视图。

5) 阅读视图

幻灯片在“阅读视图”中只显示标题栏、状态栏和幻灯片放映效果，如图 5-91 所示，该视图一般用于幻灯片的简单预览。

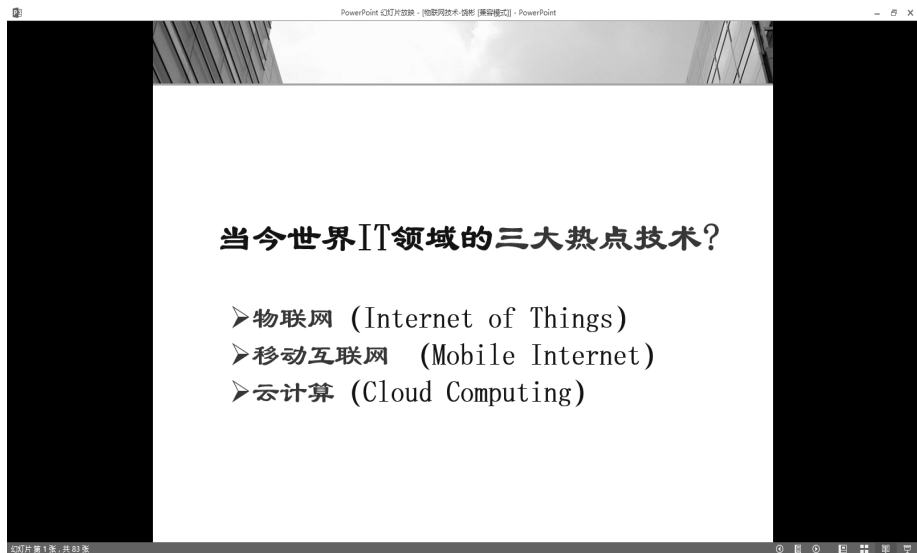


图 5-91 阅读视图示例

5.3.2 演示文稿基本操作

演示文稿在演讲、教学、产品展示等方面有广泛应用，因此，PowerPoint 是一款非常实用的办公软件。演示文稿由一系列幻灯片组成，每张幻灯片可包含标题、文字、数字、图片、音频、视频等对象，还可设置各种切换效果及动画效果，从而能够更生动地向观众表达观点。

1. 演示文稿的创建、打开和保存

1) 演示文稿的创建

(1) 创建空白演示文稿。

启动 PowerPoint 2013，选择新建一个空白演示文稿，默认文件名为“演示文稿 n”，默认情况下，该文件只包含一张标题幻灯片，如图 5-92 所示。

(2) 使用模板或主题创建演示文稿。

设计模板能帮助用户快速制作出具有专业水平的演示文稿。其中包含演示文稿的样式、项目符号、字体的类型及大小、背景样式、配色方案及幻灯片母版等。选择新建区的样本模板，均可利用本地计算机存储的模板文件创建演示文稿，如图 5-92 所示。

如果要从网络上获取模板，则可以从“搜索联机模板和主题”中选择模板类型，如图 5-93 所示，搜索关键词“计算机”，选择所需的模板，单击“创建”按钮，将模板文件下载到本地计算机中，再创建演示文稿。

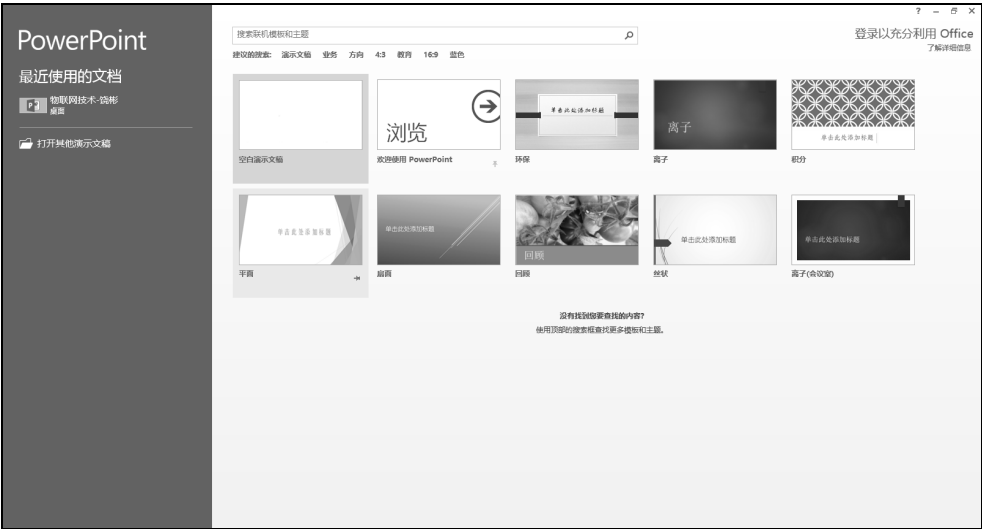


图 5-92 新建空白演示文稿

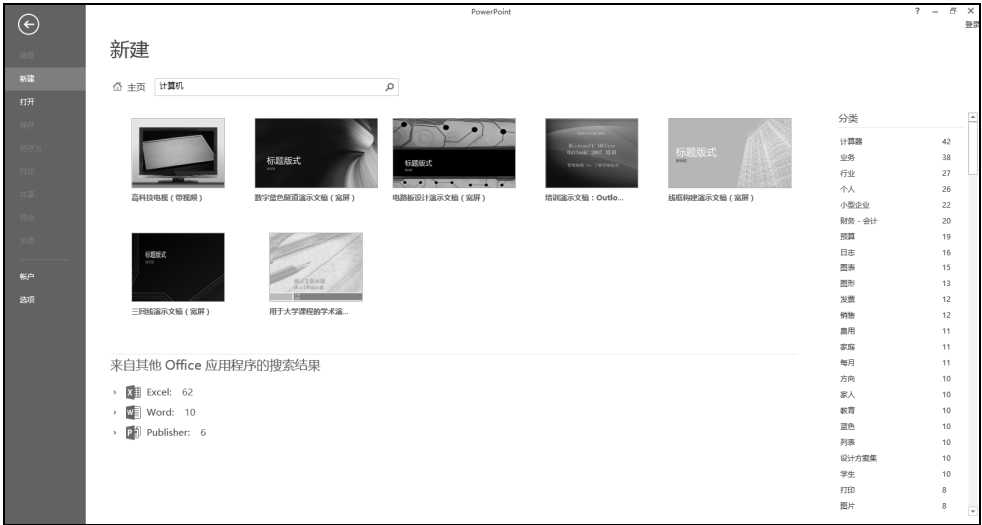


图 5-93 使用模板创建演示文稿

2) 演示文稿的打开

双击演示文稿文件，可自动运行 PowerPoint 2013 并打开，也可以单击“文件”选项卡中的“打开”按钮，在“打开”对话框中选择需要打开的文件，单击“打开”按钮。

3) 演示文稿的保存

演示文稿创建完成后，若要将其保存，则可采用以下 3 种操作方法。

- ① 单击“文件”选项卡中的“保存”按钮。
- ② 在快速访问工具栏中单击“保存”按钮。
- ③ 同时按 Ctrl+S 组合键。

如果文件是第一次保存，则会弹出“另存为”对话框，要求用户选择保存的路径，输入保存的文件名（扩展名为“.pptx”），若要以其他格式保存演示文稿，则可在“保存类型”下拉列表中选择需要的文件格式进行保存。

2. PowerPoint 的基本操作

1) 添加幻灯片

选中幻灯片插入位置，单击“开始”选项卡“幻灯片”分组中的“新建幻灯片”按钮，如图 5-94 所示，弹出新建幻灯片的版式，选定所需版式，完成幻灯片的添加，或者直接按 Ctrl+M 组合键插入一张新幻灯片。



图 5-94 “开始”选项卡

2) 复制幻灯片

幻灯片可以在同一个演示文稿或不同的演示文稿间进行复制，选中幻灯片，单击“开始”选项卡“剪贴板”分组中的“复制”按钮，再将光标定位在目标位置，单击“粘贴”按钮；或选中幻灯片，按住 Ctrl 键直接拖动到目标位置，即可实现幻灯片的复制。

3) 移动幻灯片

选中要移动的幻灯片，单击“开始”选项卡“剪贴板”分组中的“剪切”按钮，再将光标定位在目标位置，单击“粘贴”按钮；或直接用鼠标将选中的幻灯片拖动到目标位置，都可以实现幻灯片的移动。

4) 选择幻灯片

(1) 选择单张幻灯片：在“普通视图”中可以拖动幻灯片空格右侧的滚动条选择幻灯片。在“普通视图”的“幻灯片/大纲窗格”或“幻灯片浏览”视图中，可以直接单击选中。

(2) 选择连续幻灯片：单击要选择的第一张幻灯片，按住 Shift 键，再单击最后一张幻灯片，即可实现连续选择。

(3) 选择不连续幻灯片：单击要选择的幻灯片，按住 Ctrl 键，再单击其他幻灯片，重复操作即可选择不连续的幻灯片，再次单击选中的幻灯片可取消选中。

5) 删除幻灯片

选择要删除的幻灯片，按 Delete 键或右击，在弹出的快捷菜单中选择“删除幻灯片”选项。

5.3.3 美化演示文稿内容

1. 文本设置和段落格式

文本是幻灯片最基本的组成元素，在 PowerPoint 2013 中对文本的操作与 Word、Excel 的操作相似。

1) 文本编辑

利用“开始”选项卡“剪贴板”分组中的按钮，可以实现对文本基本编辑的操作。

(1) 插入文本：在占位符或文本框中单击，定位插入点后即可输入文本。

(2) 复制、移动文本：选择要复制的文本，单击“开始”选项卡“剪贴板”组中的“复制”按钮，将插入点定位到新位置，单击“粘贴”按钮；或按住 Ctrl 键将文本拖动到新位置，实现复制。

选择要移动的文本，单击“开始”选项卡“剪贴板”分组中的“剪切”按钮，将插入点定位到新位置，单击“粘贴”按钮；或直接用鼠标将文本拖曳到新位置，实现文本的移动。

(3) 删除文本：选择要删除的文本，按 Delete 键。

2) 文本设置

演示文稿创建完成后，对文字及段落进行格式设置可使幻灯片更美观、更易于阅读。

选择“开始”选项卡，在“字体”和“段落”两个分组中可以对文本的字体、字体样式、大小、颜色、段落格式等进行设置，如图 5-95 所示。

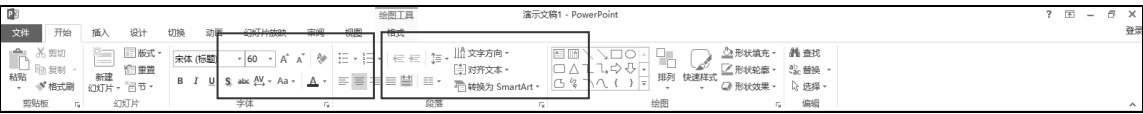




图 5-95 “字体”分组和“段落”分组

(1) 更改字体、字体样式和大小：选择要修改的文本，单击“开始”选项卡“字体”分组中的“字体”“字体样式”“大小”等按钮进行设置，或单击“字体”分组右下角的  按钮，在弹出的“字体”对话框中进行设置，如图 5-96 所示。

(2) 更改段落格式：选择要修改的段落，在“开始”选项卡的“段落”分组中可设置段落的“对齐方式”“缩进”“行距”“文字对齐方式”等，也可以单击“段落”右下角的  按钮，在弹出的“段落”对话框中进行设置，如图 5-97 所示。

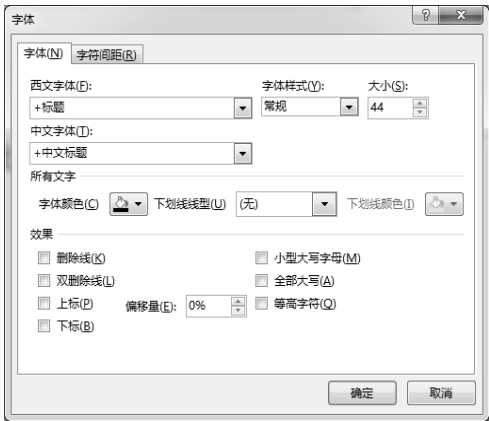


图 5-96 “字体”对话框



图 5-97 “段落”对话框

3) 项目符号和编号

项目符号和编号可以使幻灯片的内容更加整齐、美观。其操作步骤如下。



① 选定要修改项目符号的文本，单击“开始”选项卡“段落”分组中的“项目符号”下拉按钮，再选择“项目符号和编号”选项，弹出“项目符号和编号”对话框，如图 5-98 所示。

② 在对话框中选择所需项目符号。

③ 单击“确定”按钮完成项目符号的设置。

单击“开始”选项卡“段落”分组中的“项目符号”按钮，可直接为选中的文本设置默认的项目符号，再次单击“项目符号”按钮可以取消当前文本的项目符号。

PowerPoint 支持多级项目符号和编号，各级文字间具有不同的字体、字号、字形及项目

符号等，在幻灯片母版上保存了各级文字格式的默认值。单击“开始”选项卡“段落”分组中的“提高列表级别”按钮，使当前段落降到下一级别，文字向右侧移动；单击“降低列表级别”按钮，功能与之相反。

2. 插入对象

在幻灯片中可以通过插入剪贴画、图片、自选图形、艺术字、多媒体、表格等多种对象，使演示文稿显得美观、生动，更具吸引力。PowerPoint 2013 增强了图片处理、视音频编辑、SmartArt 图形等功能，使演示文稿更具表现力。

PowerPoint 2013 的“插入”选项卡如图 5-99 所示，包括 10 个分组，借助它们可以将多种对象插入到幻灯片中并进行设置。



图 5-99 “插入”选项卡

1) 插入剪贴画和图片

(1) 插入图片。

单击“插入”选项卡“图像”分组中的“图片”按钮，弹出“插入图片”对话框，选择所需的图片，单击“插入”按钮，如图 5-100 所示，完成图片的插入操作。



图 5-100 “插入图片”对话框

(2) 插入联机图片。

Office 2013 拥有一个庞大的图片库，包含大量种类齐全的联机图片，单击“插入”选项

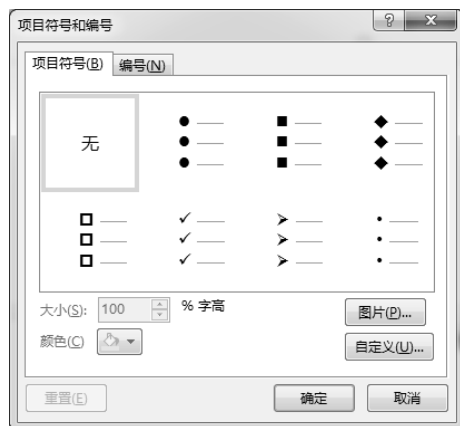


图 5-98 “项目符号和编号”对话框

卡“图像”分组中的“联机图片”按钮，打开“联机图片”窗格，在“搜索文字”文本框中输入剪贴画关键字，如“计算机”“运动”等，单击“搜索”按钮，将搜索出与关键字相关的剪贴画，单击所需剪贴画即可完成插入操作，如图 5-101 所示。



图 5-101 “联机图片”窗格

(3) 格式设置。

图片插入到幻灯片中后，会显示“格式”选项卡，如图 5-102 所示，可在该选项卡中设定图片格式。



图 5-102 “格式”选项卡

2) 插入相册和屏幕截图

(1) 插入相册。

相册是包含图片的若干幻灯片构成的演示文稿，通过插入相册避免了在每一张幻灯片中逐一插入图片的麻烦。

单击“插入”选项卡“图像”分组中的“相册”下拉按钮，选择“新建相册”按钮，弹出“相册”对话框，单击“文件/磁盘”按钮，选择要添加到相册中的图片，单击“插入”按钮，如图 5-103 所示，设置相册版式、调整图片顺序、更改图片格式等操作完成后，单击“创建”按钮，将自动生成相册文件，如图 5-104 所示。

(2) 插入屏幕截图。

在制作演示文稿时有时需要截取程序窗口、电影画面等图片，PowerPoint 2013 新增了插入屏幕截图功能，使得截取和导入此类图片更容易。

单击“插入”选项卡“图像”分组中的“屏幕截图”下拉按钮，选择“屏幕剪辑”按钮，PowerPoint 2013 文档窗口自动最小化，此时鼠标指针变成一个“十”字，在屏幕上拖动鼠标选择即可进行手动截图，截图完成后图片会自动插入到当前幻灯片中。



图 5-103 “相册”对话框

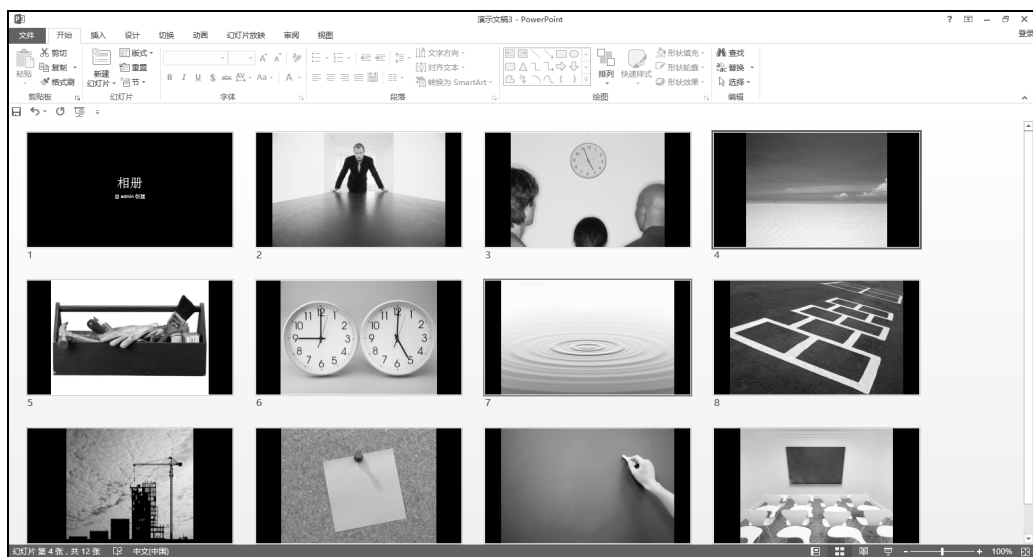


图 5-104 相册文件

3) 插入自选图形和 SmartArt 图形

(1) 插入自选图形。

在 PowerPoint 2013 中可插入线条、箭头、流程图、标注等形状。单击“插入”选项卡“插图”分组中的“形状”下拉按钮，如图 5-105 所示，选择所需的形状，当鼠标指针变成“十”字时，即可在幻灯片中绘制形状。绘制完成后，可在“格式”选项卡中设置相关的样式。

(2) 插入 SmartArt 图形。

组织结构图以图形方式表示组织的层次关系，如公司内部上下级关系，PowerPoint 2013 的 SmartArt 图形工具是制作组织结构图的工具之一。

单击“插入”选项卡“插图”分组中的“SmartArt”按钮，弹出“选择 SmartArt 图形”对话框，如图 5-106 所示，选择所需的组织结构，单击“确定”按钮，打开“文本”组织结构，如图 5-107 所示，在“文本”窗格中输入文本。

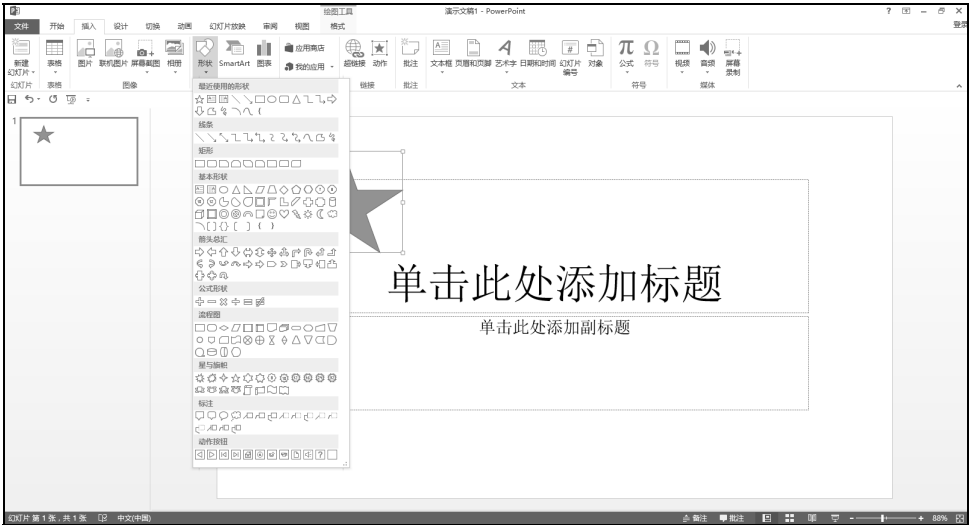


图 5-105 “形状”下拉列表

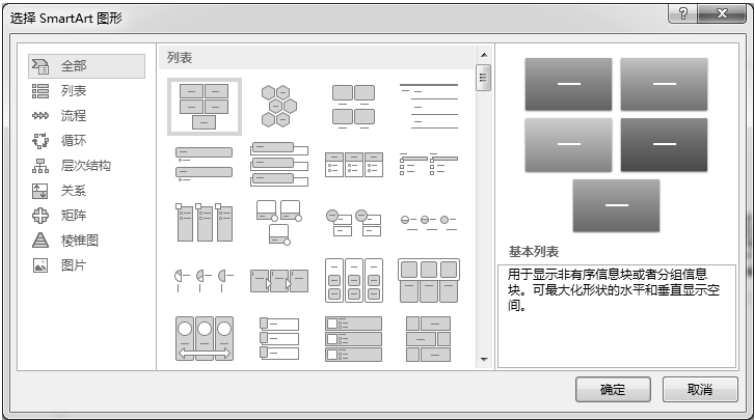


图 5-106 “选择 SmartArt 图形”对话框

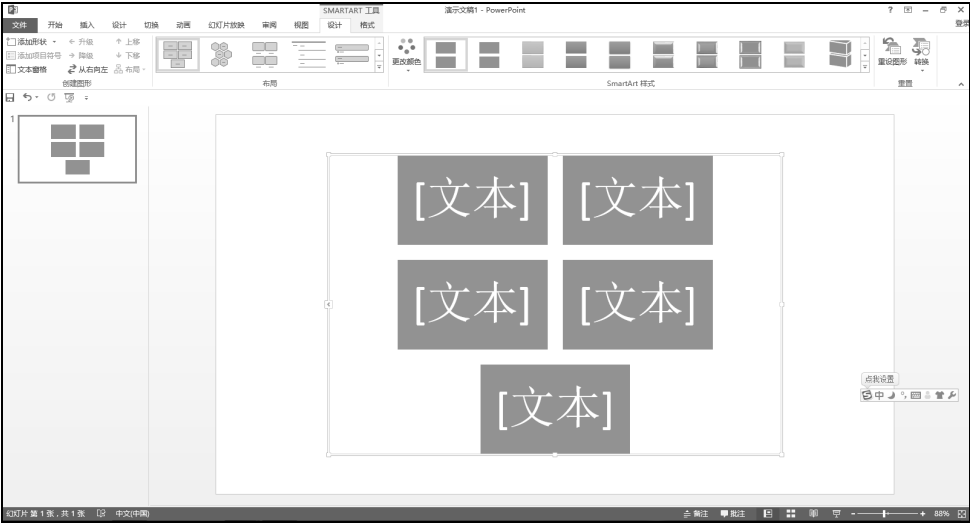


图 5-107 插入 SmartArt 图形

SmartArt 图形添加到幻灯片中后,将显示“设计”选项卡,如图 5-108 所示,可在该选项卡中修改 SmartArt 图形的层次关系、图形布局和样式等。

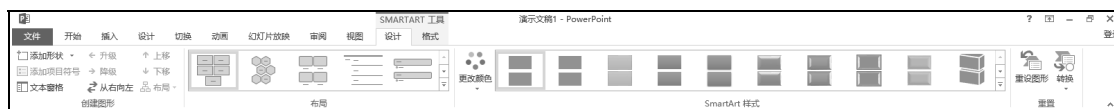


图 5-108 “设计”选项卡

4) 插入表格、图表

(1) 插入表格。

在演示文稿中,有些内容用表格显示比较简洁明了,PowerPoint 提供了在幻灯片中插入表格的多种方法,和 Word 中插入表格的方法基本相同,可以使用“插入”选项卡“表格”分组中的“表格”按钮,在下拉列表中可进行如下操作。

① 插入表格:选择此选项可弹出“插入表格”对话框,输入所需的列数和行数,单击“确定”按钮,即可在当前幻灯片中插入表格。

② 绘制表格:选择此选项可以在当前幻灯片中手动绘制表格。

表格绘制完成后,PowerPoint 2013 选项卡位置会显示“设计”选项卡和“布局”选项卡。“设计”选项卡用于设置表格样式、绘图边框等;“布局”选项卡用于设置表格风格线、行列插入、删除、单元格大小、合并与拆分、对齐方式、尺寸、排列方式等。

(2) 插入图表。

单击“插入”选项卡“插图”分组中的“图表”按钮,弹出“插入图表”对话框,如图 5-109 所示,选择需要的图表类型,单击“确定”按钮,启动 Excel,修改数据并关闭 Excel,完成图表插入操作。

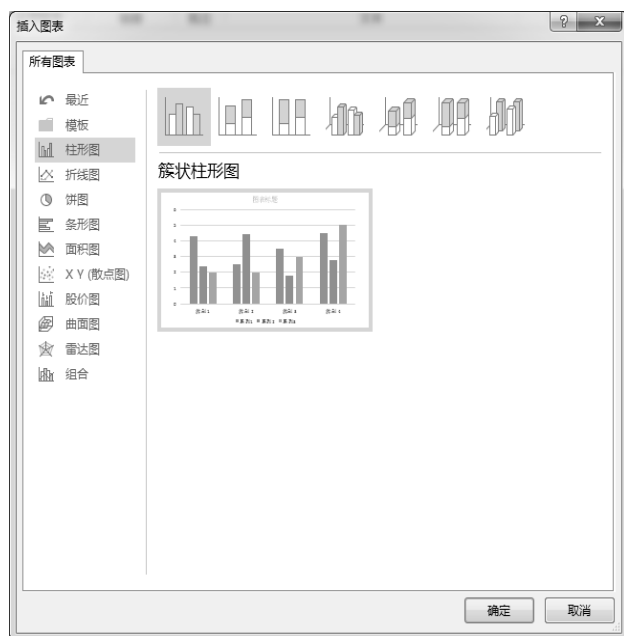


图 5-109 “插入图表”对话框

5) 插入艺术字和文本框

(1) 插入艺术字。

单击“插入”选项卡“文本”分组中的“艺术字”下拉按钮，如图 5-110 所示，选择所需的艺术字效果，在幻灯片中自动插入艺术字输入框，输入文字即可。艺术字的样式可通过“格式”选项卡进行修改。

(2) 插入文本框。

单击“插入”选项卡“文本”分组中的“文本框”下拉按钮，如图 5-111 所示，选择一种排版方式，然后在幻灯片中绘制文本框，绘制完成后文本框自动处于文本输入状态。

文本框的样式如边框、填充色、阴影、对齐方式等，都可通过“格式”选项卡设置。



图 5-110 插入艺术字



图 5-111 “文本框”下拉列表

6) 插入声音和影片

幻灯片放映时可播放视频、音频，与以往版本相比，PowerPoint 2013 添加了对音频、视频简单编辑的功能，使得该版本对多媒体的支持能力更强。

幻灯片中可插入来自文件、剪贴画和录制的音频文件，音频文件类型为 MP3、WAV、MID、WMA 等；插入的视频可来自文件、网站或剪贴面，视频文件类型为 AVI、WMV、SWF、MPEG、ASF 等。要在幻灯片放映时播放视频、音频文件，需提前在计算机中安装多媒体播放器。

(1) 插入视频和音频。

选择要添加视频或音频的幻灯片，单击“插入”选项卡“媒体”分组中的“视频”或“音频”按钮，弹出如图 5-112 所示的下拉列表，根据要插入的视频、音频的类型选择相关选项，例如，要插入在计算机中存储的视频，则选择“文件中的视频”选项，弹出“插入视频文件”对话框，如图 5-113 所示，选择文件，单击“插入”下拉按钮，选择将视频“插入”或“链接到幻灯片”，其含义如下。

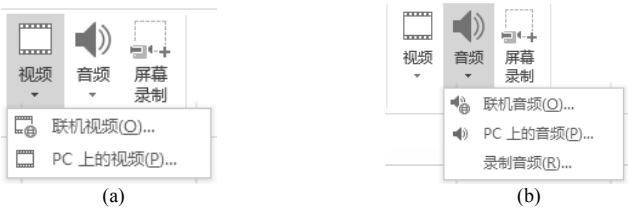


图 5-112 插入视频和音频

① 插入：可以将视频文件本身插入到幻灯片中，不必担心幻灯片放映时视频文件的丢失。

② 链接到幻灯片：在幻灯片中插入指向视频的地址而不是文件本身，这种插入方式可以减小演示文稿的文件大小，但是要使视频在幻灯片中正常播放，就必须保证视频文件的存储位置不发生改变。



图 5-113 “插入视频文件”对话框

音频插入到幻灯片中后显示为“🔊”，视频插入后会显示第一幅画面，单击图标均可显示播放控制条。

(2) 编辑视频和音频。

PowerPoint 2013 支持对视频、音频对象的简单编辑，如文件的剪辑操作等。两类文件的剪辑方法非常相似，以下主要介绍视频剪辑的方法。

选中要剪辑的视频，PowerPoint 2013 将显示“播放”选项卡，如图 5-114 所示，剪辑操作主要在此进行。

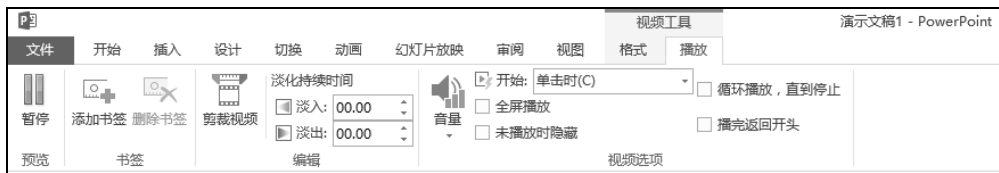


图 5-114 “播放”选项卡

① 添加和删除书签：PowerPoint 2013 在剪辑视频、音频文件时借助“书签”来标识某个时刻，可在视频、音频中设置多个书签，以便剪辑中能快速准确地跳转到指定时刻。

在视频中添加书签可先播放视频并暂停到希望添加书签的位置，再单击“播放”选项卡“书签”分组中的“添加书签”按钮，即可为当前时刻添加一个书签。

删除书签时可选中播放控制条中的书签，单击“播放”选项卡“书签”分组中的“删除书签”按钮。

② 视频编辑：PowerPoint 2013 新增了视频、音频的编辑功能，在幻灯片中选中要编辑的视频，在“播放”选项卡“编辑”分组中可进行简单的视频截取、切换效果设置操作，包括以下两类操作。



图 5-115 剪裁编辑

剪裁视频：单击“剪裁视频”按钮，弹出“剪裁视频”对话框，通过设置“开始时间”和“结束时间”来截取视频，如图 5-115 所示。

淡化持续时间：以秒为单位，输入“淡入”“淡出”时间，控制画面效果。

③ 视频选项：在“播放”选项卡中的“视频选项”分组中，PowerPoint 2013 提供了多个视频选项来设置视频的播放效果，如图 5-116 所示。

音量：控制音频的“低”“中”“高”和“静音”效果。



图 5-116 视频选项

开始：设置视频开始播放的方式，可选择“自动”或“单击时”两种方式。“自动”是指当幻灯片切换到视频所在幻灯片时，视频自动播放；“单击时”是指切换到视频所在的幻灯片时，单击才能开始播放视频。

除此之外，还可根据所需情况，设置视频“全屏播放”“未播放时隐藏”“循环播放，直到停止”和“播完返回开头”等多种播放效果。

7) 插入链接

在演示文稿中可通过加入“超链接”和“动作”按钮加强与用户的互动，例如，单击“超链接”按钮实现幻灯片的跳转，单击“动作”按钮运行程序等。以下介绍在 PowerPoint 2013 中如何添加“超链接”和“动作”按钮，本操作主要在“插入”选项卡的“链接”分组中进行。

(1) 超链接。

在 PowerPoint 中为了演示方便，通常把文字、图片、图形等对象设置为超链接，单击“超链接”按钮可实现幻灯片的跳转、打开电子邮件、转到网页或现有文件等操作。

① 添加、编辑和取消超链接

选中要添加超链接的对象，可以是文字、图片、图形等，单击“插入”选项卡“链接”分组中的“超链接”按钮；或选中要添加超链接的对象直接右击，在弹出的快捷菜单中选择“超链接”选项。在弹出的“插入超链接”对话框中选择要跳转的目标位置，如图 5-117 所示，其中各选项说明如下。

现有文件或网页：选择现有文件的存放位置或直接输入网址，当单击超链接对象时，可打开文档或网页。

本文档中的位置：选择目标幻灯片的位置，可实现幻灯片的跳转。

新建文档：设置新文档的名称和存储位置，当单击超链接对象时可在存储位置新建文档。

单击“确定”按钮，完成超链接的设置。切换到幻灯片放映视图，单击添加过超链接的对象，可实现跳转。

如需再次编辑超链接，可选中超链接对象并右击，在弹出的快捷菜单中选择“编辑超链接”。

接”选项，在弹出对话框中进行编辑。如取消超链接，可选中超链接对象右击，在弹出的快捷菜单中选择“取消超链接”选项。



图 5-117 “插入超链接”对话框

② 设置超链接颜色：用户可自定义超链接的颜色，单击“设计”选项卡“变体”分组中“颜色”中的“自定义颜色”按钮，弹出“新建主题颜色”对话框，如图 5-118 所示，重新定义“超链接”和“已访问的超链接”的颜色。

(2) 动作。PowerPoint 2013 能为文本、图片、图形、绘制的动作按钮等对象添加动作，动作可以实现幻灯片的跳转、程序和宏的运行、播放声音、突出显示等演示效果，以下将以“动作按钮”为例介绍动作设置的方法。

① 添加动作按钮：“动作按钮”是 PowerPoint 2013 预先定义好的一组动作按钮，可实现“开始”“结束”“上一张”“下一张”等操作。单击“插入”选项卡“插图”分组中的“形状”下拉按钮，在下拉列表的“动作按钮”类中，单击所需的按钮类型，在幻灯片上直接绘制即可。

② 设置动作：绘制完“动作按钮”后将自动弹出“操作设置”对话框，如图 5-119 所示，在此可设置“单击鼠标”和“鼠标悬停”时的动作。

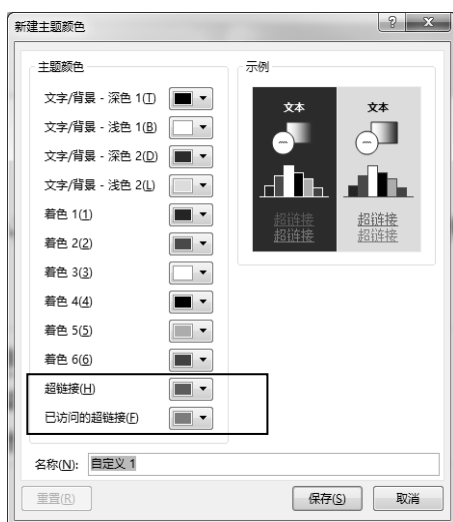


图 5-118 “新建主题颜色”对话框



图 5-119 “操作设置”对话框

除了动作按钮外，文本、图片、图形等对象也可添加动作。选中对象，单击“插入”选项卡“链接”分组中的“动作”按钮，在弹出的“操作设置”对话框中设置动作，其常用选项说明如下。

- 无动作：鼠标单击或经过对象时无动作。
- 超链接到：鼠标单击或经过对象时可跳转到其他幻灯片。
- 运行宏：鼠标单击或经过对象时运行宏。

对象动作：当插入对象是 Word、PowerPoint、Excel 等类型的文档时，可对其设置“对象动作”为“编辑”或“打开”。

鼠标移过时突出显示：选中此复选框，鼠标单击或经过对象时，对象动态显示边框。

5.3.4 演示文稿外观设置

1. 设置幻灯片背景

幻灯片背景的颜色、填充效果和背景图片都可以修改，以下将介绍几种修改背景的操作方法。

1) 选择背景样式

默认情况下，PowerPoint 2013 提供了 12 种背景样式，单击“设计”选项卡“变体”分组中的“背景样式”按钮，弹出下拉列表，如图 5-120 所示，选择所需背景样式即可应用。

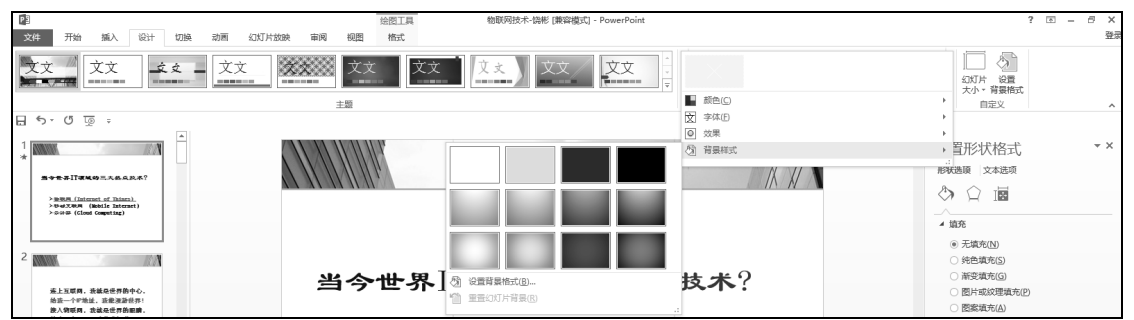


图 5-120 背景样式

2) 设置背景格式

背景格式可通过“设计”选项卡“变体”分组中“背景样式”中的“设置背景格式”窗格进行设置，如图 5-121 所示，在幻灯片非占位符区域右击，在弹出的快捷菜单中选择“设置背景格式”选项也可弹出该对话框。

(1) 填充。

幻灯片可以采用纯色、渐变色或图案作为背景，也可以选择图片或剪贴画作为背景。在“设置背景格式”窗格中，“填充”选项组中有“纯色填充”“渐变填充”“图片或纹理填充”和“图案填充”4 种填充模式供用户选择，如图 5-121 所示。

- 纯色填充：用单一颜色填充背景。
- 渐变填充：设置背景从一种颜色渐变到另一种颜色。

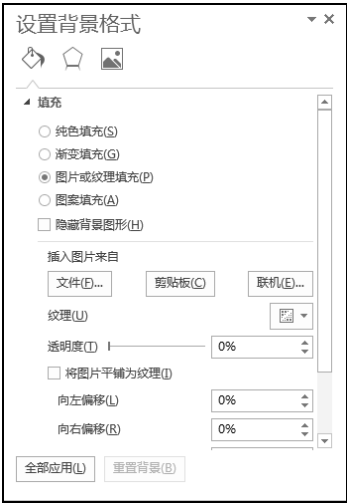


图 5-121 “设置背景格式”窗格

图片或纹理填充：将指定的图片或纹理效果设为背景。

图案填充：将一些简单的线条、点、方框等组成的图案设为背景。

以“图片或纹理填充”为例介绍填充背景的操作方法，单击“文件”按钮，弹出“插入图片”对话框，如图 5-122 所示，选择背景图片，单击“插入”下拉按钮，在“插入”“链接到文件”或“插入和链接”中选择插入方式，返回“设置背景格式”窗格。



图 5-122 “插入图片”对话框

(2) 图片更正。

“图片更正”可用来设置图片的锐化和柔化程度、亮度和对比度。

(3) 图片颜色。

“图片颜色”可用来设置图片的颜色、饱和度、色调和重新着色。

(4) 艺术效果。

“艺术效果”可为图片设置特殊效果，如“线条图”“水彩海绵”“发光边缘”等特殊图片效果。

以上操作完毕后，在“设置背景格式”窗格中单击“重置背景”按钮，将取消本次设置；单击“关闭”按钮将只在当前幻灯片中应用背景；单击“全部应用”按钮可在当前演示文稿的所有幻灯片中应用背景。

2. 主题应用

为使幻灯片具有统一美观的显示效果，PowerPoint 2013 提供了丰富的主题供用户选择，主题包括对幻灯片颜色、字体、背景、风格等方面的设计。

用户可以直接使用 PowerPoint 2013 提供的主题库，也可以自定义主题。主题的应用与修改操作可在“设计”选项卡中完成，如图 5-123 所示。



图 5-123 “设计”选项卡

1) 应用主题

“设计”选项卡的“主题”分组显示了 PowerPoint 2013 提供的所有内置主题效果，如图 5-124 所示，选中某一个主题，该主题会被应用到整个演示文稿中。



图 5-124 主题列表

2) 自定义主题

如果对内置的主题效果不满意，则可以通过“变体”分组的“颜色”“字体”和“效果”3 个按钮进行修改。以修改颜色方案为例，单击“变体”分组中的“颜色”按钮，从下拉列表中选择新的颜色方案，演示文稿将重新应用新的颜色，如图 5-125(a)所示。

也可自定义主题效果。例如，自定义“颜色”方案，可单击“颜色”选项卡中的“新建主题颜色”按钮，弹出“新建主题颜色”对话框，如图 5-125(b)所示，重新定义文字/背景颜色、强调文字颜色、超链接颜色等，单击“保存”按钮后，该配色方案将会出现在“颜色”下拉列表中。



图 5-125 自定义主题

字体和效果的修改操作与此相似。

3) 保存主题

在“主题”下拉列表中选择“保存当前主题”选项，在弹出的“保存当前主题”对话框中输入新主题名称，如图 5-126 所示，单击“保存”按钮，主题文件扩展名为“.thmx”。该主题文件可以应用于 Word 和 Excel 文件中。

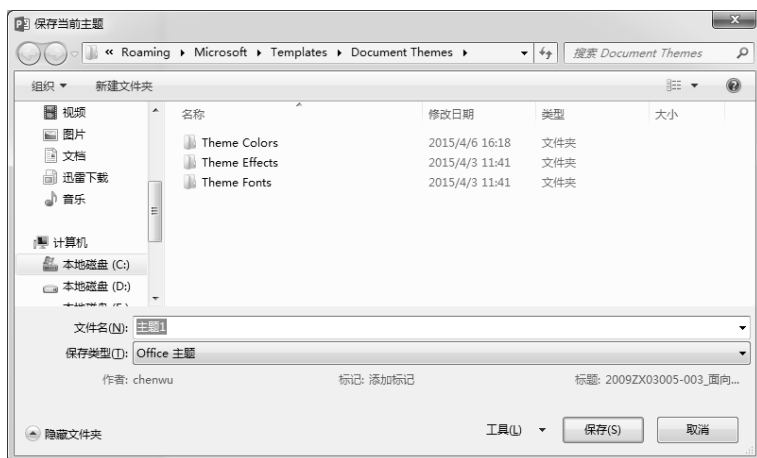


图 5-126 “保存当前主题”对话框

3. 母版的应用

母版是一种特殊的幻灯片，它由标题、文本、页脚、日期和时间等对象的占位符组成，并设置了幻灯片的字体、字号、颜色、项目符号等样式。若修改母版样式，将改变所有基于该母版建立的演示文稿的样式。

PowerPoint 2013 提供了 3 种母版视图，分别是幻灯片母版、讲义母版和备注母版。

1) 幻灯片母版

幻灯片母版通常用来设置整个演示文稿的格式，幻灯片母版控制了所有幻灯片组成对象的属性，包括文本、字号、颜色、项目符号样式等。

单击“视图”选项卡“母版视图”分组中的“幻灯片母版”按钮，即可切换到幻灯片视图，如图 5-127 所示。

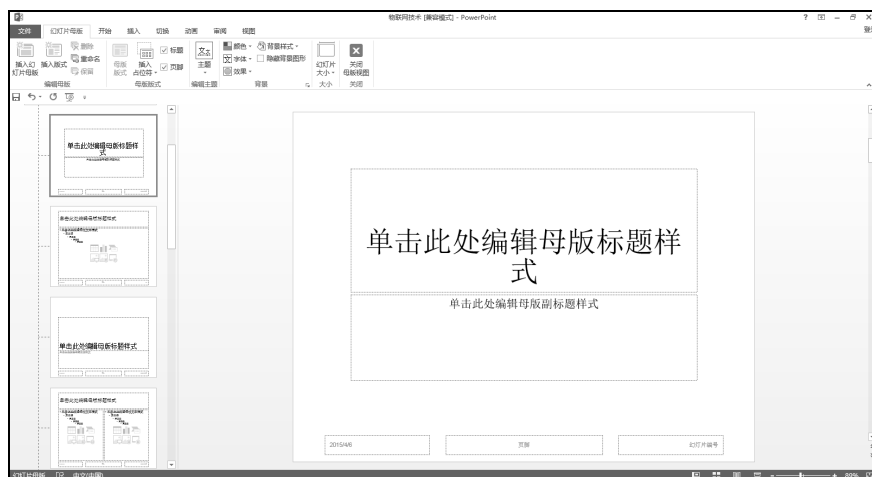


图 5-127 幻灯片母版

单击“关闭母版视图”按钮，即可结束对幻灯片母版的编辑。

2) 讲义母版

演示文稿可以以讲义的形式打印输出，讲义母版主要用于设置讲义的格式，单击“视图”选项卡“母版视图”分组中的“讲义母版”按钮，即可切换到讲义母版视图，如图 5-128 所示。

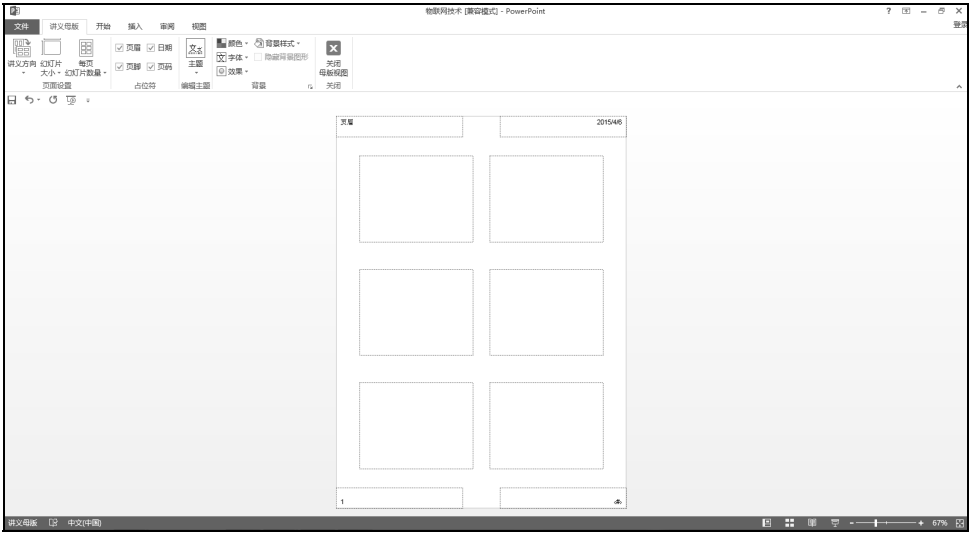


图 5-128 讲义母版

3) 备注母版

幻灯片放映时，备注信息不显示在幻灯片中，但是可以将备注信息打印出来。单击“视图”选项卡“母版视图”分组中的“备注母版”按钮，即可切换到备注母版视图，备注母版主要用于设置备注页的格式，如图 5-129 所示。

如要打印备注信息，可单击“文件”选项卡“打印”分组“设置”中的“备注页”按钮进行设置。



图 5-129 备注母版

4. 版式设计

在演示文稿中每张幻灯片都有一定的版式，在每次插入新幻灯片时 PowerPoint 默认将当前幻灯片设为“标题和内容”版式。不同的版式拥有不同的占位符，构成了幻灯片的不同布局。所谓占位符是指幻灯片上的一些虚线方框，与文本框、图文框和对象框相似，这些方框为某些对象（如文本、剪贴画、图表等）在幻灯片上占据一定位置，只要单击占位符即可添加指定的对象。移动或删除占位符的方法和删除文本框的操作相同。

用户可以在新建幻灯片时选择版式，也可以重新设置幻灯片的版式，操作方法如下。

(1) 选中需改变版式的幻灯片。

(2) 在幻灯片上右击，在弹出的快捷菜单中选择“版式”选项，或者单击“开始”选项卡“幻灯片”分组中的“版式”下拉列表，弹出“Office 主题”对话框，如图 5-130 所示。

(3) 在“Office 主题”对话框中选中一种版式即可。

5. 页眉页脚

幻灯片中经常使用页眉页脚、日期时间、幻灯片编号等对象，母版为这些对象预留了占位符，但默认情况下在幻灯片中并不显示它们。

如要显示页眉页脚、日期时间和幻灯片编号等信息，可选中“插入”选项卡“文本”分组中的“页脚”“日期和时间”“幻灯片编号”复选按钮，在弹出的“页眉和页脚”对话框中选择相应选项即可，如图 5-131 所示。



图 5-130 “Office 主题”对话框



图 5-131 “页眉和页脚”对话框

5.3.5 幻灯片的动画效果

演示文稿制作完成后，为了使演示文稿更具表现力，可以为它设置动画效果，具体包括幻灯片切换、幻灯片动画设置。

1. 幻灯片切换

幻灯片切换方式是指放映时幻灯片进入和离开屏幕的方式，既可以为一组幻灯片设置同

如需要更加丰富的动画效果,可参考如下操作。以“进入效果”为例,选择“动画效果”下拉列表中的“更多进入效果”选项,弹出“更改强调效果”对话框,如图 5-135(b)所示,选择更多的进入效果;此操作还可通过单击“高级动画”分组中的“添加动画”按钮完成。

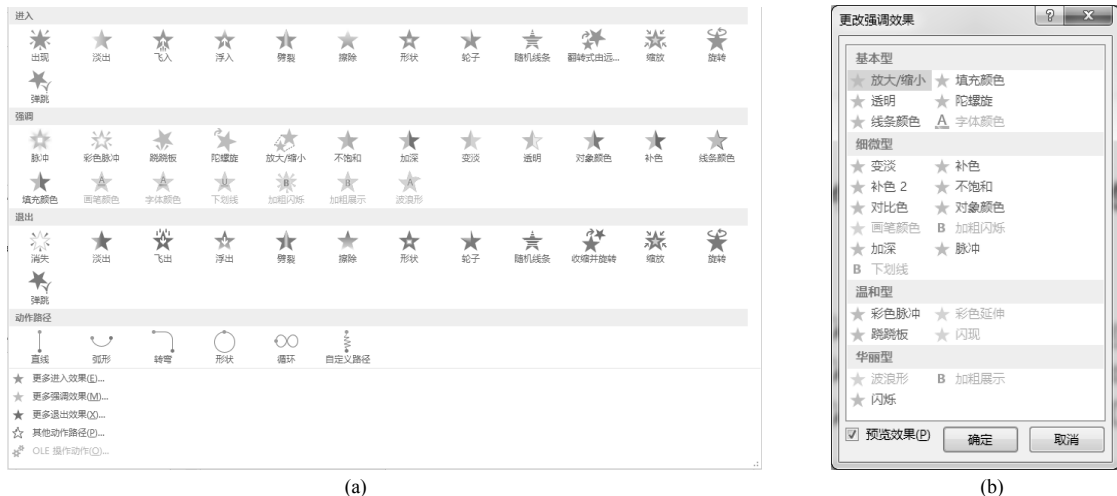


图 5-135 添加动画效果

2) 设置动画效果属性

动画效果的属性可以修改,例如,“彩色脉冲”效果可修改颜色,“轮子”效果可修改“轮辐图案”和“序列”等。如要修改动画效果,可在添加动画效果后,单击“效果选项”按钮,选择所需的其他动画效果。

3) 高级动画设置

(1) 动画刷。

PowerPoint 2013 新增了“动画刷”功能,该工具类似 Word、Excel 中的格式刷,可直接将某个对象的动画效果设置到目标对象上,而不需要重复设置,这使得 PowerPoint 2013 的动画制作更加方便、高效。

“动画刷”的操作非常方便,选中某个已设置完动画效果的对象,单击“动画”选项卡“高级动画”分组中的“动画刷”按钮,再移动到目标对象上单击,动画效果即可被运用到目标对象上。

(2) 触发。

使用 PowerPoint 2013 制作演示文稿时,可以通过触发来灵活地控制演示文稿中的动画效果,从而真正地实现人机交互。

例如,利用触发可以实现单击某一图片出现该图片的文字介绍的动画效果。首先设置文字介绍的动画效果,然后选中文字介绍,单击“动画”选项卡“高级动画”分组中的“触发”按钮,如图 5-136 所示,在下拉列表中选择需要触发动作的图片名称即可。

4) 动画计时

PowerPoint 2013 的动画计时,包括计时设置、动画效果顺序及动画效果是否重复等方面。

(1) 显示动画窗格。

“动画窗格”能够以列表的形式显示当前幻灯片中所有对象的动画效果,包括动画类型、对象名称、先后顺序等,默认情况下,“动画窗格”处于隐藏状态。单击“动画”选项卡“高

5.3.6 幻灯片的放映

演示文稿制作完成后，通过放映幻灯片可以将精心创建的演示文稿展示给观众或客户。以下将介绍设置幻灯片放映的操作方法，该操作主要在“幻灯片放映”选项卡中进行。

1. 幻灯片放映方式

在“幻灯片放映”选项卡“开始放映幻灯片”分组中可以设置幻灯片的放映方式，幻灯片的放映方式有“从头开始”“从当前幻灯片开始”“联机演示”和“自定义幻灯片放映”共4种方式，如图 5-139 所示。



图 5-139 幻灯片放映方式

1) 从头开始、从当前幻灯片开始

这两种方式用于设置幻灯片从第 1 张幻灯片或从当前幻灯片开始放映。

2) 联机演示

该放映方式是 PowerPoint 2013 的新增功能。“联机演示”是 Microsoft Office 提供的一项免费的公共服务，可以使用此项服务向可以在 Web 浏览器中观看并下载内容的人员演示，但是需要 Microsoft 账户才能启动联机演示文稿。


3) 自定义幻灯片放映

这种方式可重新选择需要播放的幻灯片并定义为放映方案。

2. 幻灯片的放映设置

在“幻灯片放映”选项卡“设置”分组中可设置“幻灯片放映”、“隐藏幻灯片”、“排练计时”、“录制幻灯片演示”等多种放映效果。

“隐藏幻灯片”：如有些幻灯片在放映时不需要播放，则可将它隐藏。

“排练计时”：幻灯片放映时，PowerPoint 会弹出计时器，记录每一张幻灯片的播放时间。当幻灯片自动放映时，该时间可用于控制幻灯片的播放和动画效果显示。

“录制幻灯片演示”：该项是 PowerPoint 2013 的新增功能，是“排练计时”功能的扩展，单击“录制幻灯片演示”按钮，选择“从头开始录制”或“从当前幻灯片开始录制”选项，弹出“录制幻灯片演示”对话框，如图 5-140 所示，选择录制内容，单击“开始录制”按钮。录制结束后，切换到幻灯片浏览视图，可显示每张幻灯片的演示时间。

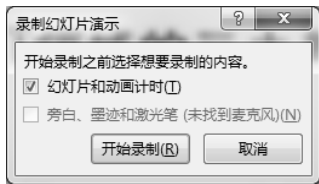


图 5-140 “录制幻灯片演示”对话框

1) 放映的快捷菜单

在放映幻灯片的过程中,PowerPoint 提供了一个快捷菜单用于控制放映,如图 5-141 所示。在该快捷菜单中,可以根据需要选择不同的选项,从而对幻灯片放映执行相应的控制。

2) 定位幻灯片

切换幻灯片只能在前、后幻灯片之间切换，但如果想在放映某张幻灯片时，直接定位到

与其不相连的某张幻灯片上，要使用“定位至幻灯片”选项，其具体操作如下。

- ① 在放映幻灯片时，右击该幻灯片，从弹出的快捷菜单中选择“定位至幻灯片”选项，将显示其子菜单。
- ② 在该子菜单中，可选择要定位到的幻灯片。
- ③ 从一张幻灯片定位到另一张幻灯片之后，如果想返回到先前的那张幻灯片，则可在快捷菜单中选择“上次查看过的”选项。

3) 绘制与操作墨迹

在放映幻灯片的过程中，可能需要对幻灯片中的某些内容向观众做重点强调，此时，可以向其中添加墨迹作为注释，还可根据需要调整墨迹的大小和位置，并更改墨迹的颜色，如果感觉添加的墨迹不合适，还可将其删除。在幻灯片中添加墨迹的具体操作步骤如下。

- ① 在放映幻灯片时，右击该幻灯片，在弹出的快捷菜单中选择“指针选项”选项，此时将会显示其子菜单。
- ② 在该子菜单中，可以选择一种用于绘制墨迹的笔型，包括笔和荧光笔。本例中选择“笔”选项。
- ③ 此时鼠标指针呈现为点状，在适当位置按住鼠标左键拖动，即可绘制墨迹，如图 5-142 所示即为在幻灯片中添加的墨迹注释。



图 5-141 幻灯片快捷菜单



图 5-142 在幻灯片中添加墨迹注释

5.3.7 演示文稿的输出

演示文稿不仅可以直接放映，还可以像 Word、Excel 文件一样打印输出，以下将介绍有关幻灯片打印输出的相关设置。

1. 页面设置

单击“设计”选项卡“自定义”分组中的“幻灯片大小”按钮，弹出“幻灯片大小”对话框，如图 5-143 所示。

幻灯片大小: 幻灯片大小可设为“全屏显示(4:3)”“A4 纸张”“横幅”等。

宽度和高度: 当“幻灯片大小”选择“自定义”选项时，幻灯片的宽度和高度可以任意设置。



图 5-143 “幻灯片大小”对话框

幻灯片编号起始值：用于设置幻灯片编号的起始值，默认从“1”开始。
方向：可将幻灯片、备注、讲义或大纲的方向设置为“纵向”或“横向”。

2. 打印演示文稿

PowerPoint 2013 可打印幻灯片、备注页和大纲。单击“文件”选项卡中的“打印”按钮，即可在 Backstage 视图中进行打印设置，如图 5-144(a)所示。

份数：用于设置打印数量。

打印：用于启动打印操作。

打印机：选择已连接的本地打印机或网络打印机。

设置：用于设置幻灯片打印范围、打印方式、彩色打印等。单击“整页幻灯片”按钮，如图 5-144(b)所示，在下拉列表中可选择幻灯片打印方式、每页所需的幻灯片数、幻灯片边框、打印质量等。

打印



(a)



(b)

图 5-144 打印设置

3. 演示文稿的打包

演示文稿制作完成后，默认保存为扩展名为“.pptx”的文档，也可以另存为“.ppt”“.pdf”“.xml”等多种文件格式，以下将介绍 PowerPoint 2013 将演示文稿输出为视频和演示文稿打包的操作方法。

1) 保存为视频

单击“文件”选项卡“导出”分组中的“创建视频”按钮，在工作区中显示创建视频说明，根据播放要求设置“放映每张幻灯片的秒数”，单击“创建视频”按钮，演示文稿将导出为视频，默认格式为“.wmv”，如图 5-145 所示。

2) 打包

演示文稿的打包可以使演示文稿在没有安装 PowerPoint 的计算机上放映幻灯片，PowerPoint 2013 的打包操作与之前的版本有所不同。

导出



图 5-145 创建视频

“打包”即将演示文稿及所需的链接文档、多媒体文件、字体等整合为一个独立的文件包的过程，从而方便用户复制到存储设备上以便携带。其操作步骤如下。

① 单击“文件”选项卡“导出”分组中的“将演示文稿打包成 CD”按钮，单击“打包成 CD”按钮，如图 5-146 所示。

导出



图 5-146 将演示文稿打包成 CD

② 在弹出的“打包成 CD”对话框中，如图 5-147(a)所示，添加要打包的演示文稿文件，并进行“选项”设置，例如，设置将链接的文件、嵌入的 TrueType 字体打包到 CD 中，或者为演示文稿设置打开和修改密码，并检查是否含有不适宜的信息或者个人信息，如图 5-147(b)所示。

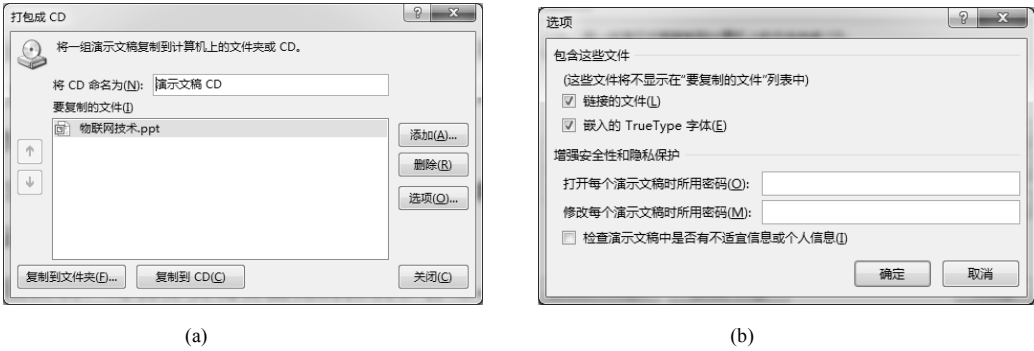


图 5-147 幻灯片打包设置

③ 设置完成后, 选择“复制到 CD”或者“复制到文件夹”。复制完成之后, 打开相应的文件夹, 文件已经被打包。

小 结

本章分别介绍了 Office 2013 的三大组件的使用。其内容包括 Word 2013 文本的输入与编辑, 文档格式的设置, 绘制与编辑表格, 编辑与处理图形图片对象, 页面布局及打印; 在 Excel 2013 中输入信息, Excel 2013 的计算功能、数据库功能, 创建图表的功能; 演示文稿的创建与编辑、幻灯片的格式化和外观设置、演示文稿的动画设置、放映和打印等。通过本章的学习, 大家应能够熟练地使用 Office 2013 的三大组件。

思 考 题

1. 如何在 Excel 单元格 A1~A10 中, 快速输入等差数列 3、7、11、15...? 试写出操作步骤。
2. 什么是 Excel 的相对引用、绝对引用和混合引用?
3. 在 Excel2013 中, 如何用鼠标拖动法复制单元格?
4. 在 Excel2013 中, 如何将 D 列隐藏起来?
5. Excel2013 中, 用 3 种方法求出 B2: E2 区域中的平均值放入 G2 单元格。
5. PowerPoint 2013 的主要功能有哪些?
6. PowerPoint 2013 的主要视图方式有哪几种?
7. PowerPoint 2013 的自定义动画有哪几种特效?
8. PowerPoint 2013 中如何实现排练计时?

第6章 常用工具软件

计算机常用工具软件有很多，这里将重点介绍几款大家使用较多的工具软件。通过对本章内容的学习，读者要掌握这几款常用工具软件的安装和使用方法，并且能够通过这几款工具软件对计算机进行日常的维护和管理。

6.1 360 安全卫士

1. 简介

360 安全卫士是奇虎 360 科技有限公司的产品（公司主页 <http://www.360.cn/>），该公司是目前中国领先的互联网和手机安全产品及服务供应商。公司由周鸿祎创立于 2005 年 9 月，主营以 360 杀毒为代表的免费网络安全平台，同时拥有问答等独立业务。公司主要依靠在线广告、游戏及互联网、增值业务创收。

360 安全卫士致力于通过提供高品质的免费安全服务，为中国互联网用户解决上网时遇到的各种安全问题。面对木马、病毒、流氓软件、钓鱼欺诈网页等多元化的安全威胁，360 安全卫士以互联网的思路解决网络安全问题。

目前作为中国最大的互联网安全公司之一，奇虎 360 科技有限公司拥有国内规模领先的高水平安全技术团队，其旗下的 360 安全卫士、360 杀毒、360 安全浏览器、360 安全桌面、360 手机卫士等系列产品深受用户好评。

2. 常用操作

1) 软件的安装

- （1）到 360 安全卫士官方网站下载安装程序。
- （2）安装程序下载完成后，双击安装程序，系统会启动安装程序，根据提示顺序单击“立即安装”“下一步”及“完成”按钮即可完成安装。

2) 软件的卸载

在 Windows 操作系统中选择“开始→所有程序→360 安全中心→360 安全卫士→卸载 360 安全卫士”选项，再根据提示操作即可完成卸载，如图 6-1 所示。

3) 软件的使用

- （1）打开 360 安全卫士，主界面如图 6-2 所示，当前版本为领航版（10.0.0.2001）。

- （2）系统体检：体检功能可以全面地检查计算机的各项状况。体检完成后会提交一份优化计算机的意

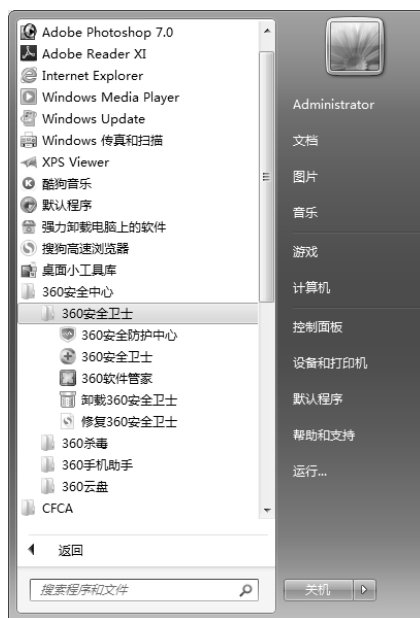


图 6-1 卸载 360 安全卫士

见, 可以根据用户的需求对计算机进行优化。也可以便捷地选择一键优化功能。单击“立即体检”按钮开始对计算机进行系统体检, 如图 6-3 所示。



图 6-2 360 安全卫士主界面



图 6-3 系统体检

(3) 查杀修复: 木马对计算机的危害非常大, 可能导致用户支付宝、网络银行在内的重要账户密码丢失。木马的存在还可能导致用户隐私文件被复制或删除, 所以及时查杀木马对安全上网来说十分重要。可以通过单击主界面上的“查杀修复”按钮, 进入“扫描”主界面, 可以选择“快速扫描”“全盘扫描”和“自定义扫描”来检查计算机中是否存在木马程序, 如图 6-4 所示。

(4) 电脑清理: 电脑清理主要有“清理垃圾”“清理痕迹”“清理注册表”“清理插件”“清

理软件”“清理 Cookies”等功能。通过单击主界面中的“电脑清理”按钮，可以进入“清理”主界面。这些功能将清除计算机中长期累积而且会影响计算机的运行速度和存储空间的不需要文件，如图 6-5 所示。



图 6-4 查杀木马

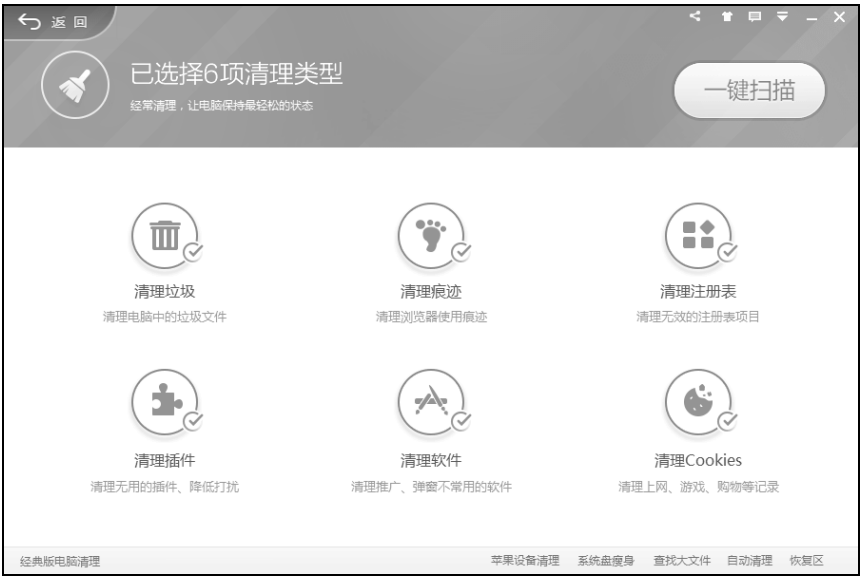


图 6-5 电脑清理

(5) 优化加速：优化加速可以优化计算机的开机启动速度。用户可以选择一键优化功能，也可在启动项中自己设置要启动的项目。通过单击主界面中的“优化加速”按钮可以进入“优化扫描”主界面，如图 6-6 所示。

(6) 软件管理：软件管家聚合了众多安全优质的软件，用户可以方便、安全地下载安装。通过单击主界面中的“软件管理”按钮，可以进入“软件管理”主界面，如图 6-7 所示。



图 6-6 优化加速



图 6-7 软件管理

(7) 人工服务：当遇到自己无法使用“360 安全卫士”处理的问题时，可以在网络上通过“360 安全卫士”提供的人工服务功能来求助。在进入的人工服务界面上可以根据自己的实际情况和“360 安全卫士”提供的问题分类来选择不同的“专家”在线给予帮助，如图 6-8 所示。

(8) 手机助手：还可以通过“360 安全卫士”提供的“手机助手”功能来对手机进行管理。当将手机与计算机连接后，在网络连通的情况下启动“手机助手”功能，即可对手机进行安全扫描、手机杀毒、手机软件安装及卸载等操作，如图 6-9 所示。



图 6-8 人工服务

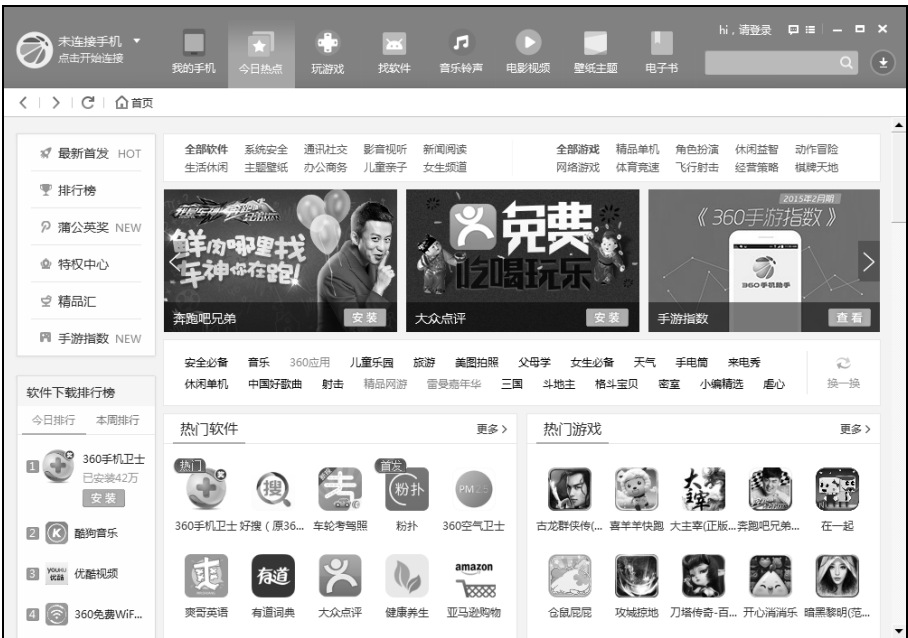


图 6-9 手机助手

(9) 宽带测速：“360 安全卫士”提供了网速测速功能，通过单击主界面中的“宽带测速”按钮，即可启动当前网络运行速度的测速功能，如图 6-10 所示。

(10) 更多功能：通过单击“360 安全卫士”主界面中的“更多”按钮，可以进入新的界面，其中包含“全部工具”和“我的工具”，这里可为用户提供更多需求功能以供用户使用，如图 6-11 所示。



图 6-10 网络测速



图 6-11 更多功能界面

6.2 U 盘启动盘制作工具

由于大家现在都拥有自己的计算机，在平时使用时经常会遇到系统损坏或崩溃需要重新安装操作系统的情况。就目前的情况而言，计算机系统重新安装通常选用 U 盘引导安装，所以这里将给大家介绍一款 U 盘引导启动盘的制作软件及其操作过程。

1. 简介

U 盘启动盘制作工具有很多，这里选取雨林木风 U 盘启动盘制作工具为例进行介绍。它

可以将平时使用的普通 U 盘制作成能引导计算机启动、计算机系统安装的系统安装盘。通过雨林木风 U 盘启动盘制作工具制作成功后的 U 盘与平常的 U 盘并没有太多区别，制作好的文件占用 U 盘空间少，而且已被隐藏，不易被误删除。

2. 雨林木风超级 U 盘启动盘制作工具

1) 软件的安装

- (1) 进入雨林木风 U 盘官方网站下载“U 盘启动盘制作工具”安装程序。
- (2) 下载完成后，双击安装程序，系统会启动安装程序，根据提示顺序单击“安装”、“下一步”及“完成”按钮即可完成安装。

2) 软件的卸载

在 Windows 操作系统中选择“开始→所有程序→雨林木风 U 盘→卸载雨林木风 U 盘”选项，再根据提示操作即可完成卸载。

3) 软件的使用

在制作 U 盘启动盘之前，先准备一个空的 U 盘或者不需要数据的 U 盘（制作工具会将 U 盘格式化），U 盘大小建议在 1GB 以上。若是以后要用来引导和安装 Windows 7 及其以上版本的系统，则建议使用 4GB 以上的 U 盘。再到雨林木风网站主页下载 U 盘启动盘制作工具，之后可以开始用雨林木风 U 盘启动盘制作工具制作启动盘。

(1) 运行该制作工具程序之前尽量关闭杀毒软件和安全类软件。在 Windows XP 操作系统中直接运行即可，在 Windows Vista 或 Windows 7/8 操作系统中应选择以管理员身份运行。制作工具启动后如图 6-12 所示。

(2) 在制作工具启动后，插入 U 盘，单击“一键制作成 USB 启动盘”按钮，程序会提示是否继续，确认所选 U 盘无重要数据后开始制作，如图 6-13 所示。

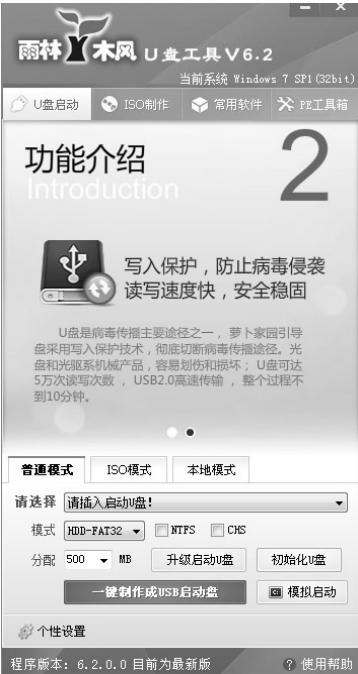


图 6-12 U 盘启动盘制作工具



图 6-13 U 盘启动盘制作界面

在制作过程中不要进行其他操作以免造成制作失败,制作过程中可能会出现短时间的停顿,耐心等待几秒,当提示制作完成时安全删除 U 盘并重新插拔 U 盘即可完成启动 U 盘的制作。

(3) 将准备好的系统文件复制到 U 盘中即可完成 U 盘启动盘的制作。

6.3 EasyRecovery 数据恢复工具

1. 简介

EasyRecovery 是一款数据恢复软件,操作安全、价格便宜,是用户自主操作的非破坏性的只读应用程序,它不会向丢失数据的存储器上写入任何东西,也不会对丢失数据的存储器做任何改变。它能恢复包括文档、表格、图片、音频、视频等数据文件,还发布了适用于 Windows 及 Mac 平台的软件版本。

2. 数据恢复操作

1) 软件的安装

(1) 到 EasyRecovery 官方网站下载安装程序。

(2) 下载完成后,双击安装程序,系统会启动安装程序,根据提示顺序单击“立即安装”“下一步”及“完成”按钮即可完成安装。

2) 软件的卸载

在 Windows 操作系统中选择“开始”→“所有程序”→“Easy Recovery”→“卸载 EasyRecovery”选项,再根据提示操作即可完成卸载。

3) 软件的使用

(1) 打开 EasyRecovery 程序,如图 6-14 所示。



图 6-14 EasyRecovery 主界面

(2) 选择要恢复数据的类型,单击“误删除文件”按钮,如图 6-15 所示。

(3) 选择需要恢复的数据所在的位置,如图 6-16 所示。

(4) 选择好误删除或丢失文件所在的磁盘或者文件夹,单击“继续”按钮,如图 6-17 所示。



图 6-15 数据恢复界面



图 6-16 需要恢复的数据位置



图 6-17 数据恢复操作界面

(5) 找到误删除或丢失的文件，选择相应操作，如转到父文件夹、打开、另存为等，即可完成数据的恢复，如图 6-18 所示。



图 6-18 找到删除或丢失的文件

小 结

通过对本章内容的学习，读者除了掌握本章讲述的几款常用工具软件的安装和使用方法之外，要能够自行参照学习的内容对本章未讲述的工具软件进行安装和使用，真正做到活学活用、融会贯通。

思 考 题

1. 360 安全卫士是一种什么软件？它有哪些功能？
2. U 盘启动盘有什么作用？制作 U 盘启动盘的常用工具有哪些？制作过程是怎样的？
3. 常用的数据恢复软件有哪些？具体使用方法有哪些？

第 7 章 计算机前沿技术

随着计算机技术的不断发展进步和广泛应用，人们对信息的要求也越来越强烈，信息技术也在向着高性能、低成本、普适计算和智能化等主要方向发展，寻求新的计算与处理方式和物理实现是未来信息技术领域面临的重大挑战。

本章将主要介绍计算机目前研究的两项前沿技术：云计算和人工智能。本章会简单阐述这两项技术的基本概念和发展历程，让读者对它们有一定的了解和认识。

7.1 云计算技术

很少有一种技术能够像“云计算”这样，在短短的两三年间就产生巨大的影响力。一些 IT 行业的国际巨头，如 Google、Amazon、IBM 等以前所未有的速度和规模推动云计算技术书籍和产品的普及，如今业界已对云计算高度认同。那么，云计算到底是什么？发展现状如何？未来的发展前景如何？本章将分析这些问题，帮助读者对云计算形成一个初步的认识。

7.1.1 云计算的基本概念

云计算是在 2007 年第 3 季度诞生的新名词，但仅仅过了半年多，它受关注的程度就超过了与其类似的网格计算（Grid Computing），并且以惊人的速度上升。

然而，云计算到底是什么并没有一个统一的认定，目前存在的定义有很多种，例如：云计算是一种商业计算模型，它将计算任务分布在大量计算机构成的资源池上，使用户能够按需获取计算力、存储空间和信息服务。

狭义的云计算指的是厂商通过分布式计算和虚拟化技术搭建数据中心或超级计算机，以免费或按需租用方式向技术开发者或者企业客户提供数据存储、分析及科学计算等服务，如亚马逊数据仓库出租生意。

广义的云计算指厂商通过建立网络服务器集群，向各种不同类型客户提供在线软件服务、硬件租借、数据存储、计算分析等不同类型的服务。广义的云计算包括了更多的厂商和服务类型，如国内的用友、金蝶等管理软件厂商推出的在线财务软件，Google 发布的 Google 应用程序套装等。

通俗的理解是，云计算的“云”就是存在于互联网上的服务器集群中的资源，它包括硬件资源（如服务器、存储器、CPU 等）和软件资源（如应用软件、集成开发环境等），本地计算机只需要通过互联网发送需求信息，远端就会有成千上万的计算机为其提供需要的资源并将结果返回到本地计算机中，这样，本地计算机几乎不需要做什么，所有的处理都由云计算提供商提供的计算机群来完成。

7.1.2 云计算的特点以主要服务类型

云计算是并行计算（Parallel Computing）、分布式计算（Distributed Computing）和网格计算的发展，或者说它是这些计算科学概念的商业实现。它主要具有以下特点。

1. 规模庞大

“云”具有相当大的规模，一些大型的 IT 公司，如 Google 和 Amazon 都拥有几十万，甚至上百万台服务器。

2. 资源池化

利用虚拟化技术，将资源分享给不同用户，资源的放置、管理与分配策略对用户透明。

3. 可靠性高

“云”采用了多项技术保证了服务的高可靠性，如多副本容错、计算结点同构可互换等措施。

4. 弹性服务

服务的规模可快速伸缩，以自动适应业务负载的动态变化。用户使用的资源同业务的需求一致，避免了因为服务器性能过载或冗余而导致的服务质量下降或资源浪费。

5. 按需服务

云计算以服务的形式为用户提供应用程序、数据存储、基础设施等资源，并可以根据用户需求，自动分配资源，而不需要系统管理员干预。用户可以利用各种终端设备（如 PC、笔记本式计算机、智能手机等）随时随地通过互联网访问云计算服务。

目前来说，云计算按照服务类型，可以分为以下 3 种。

1. 将基础设施作为服务

将基础设施作为服务将硬件设备等基础资源封装成服务供用户使用。用户根据需求通过互联网向厂商订购应用服务，服务提供商根据客户所定软件的数量、时间的长短等因素收费，并且通过浏览器向客户提供软件。这种服务模式的优势是，由服务提供商维护和管理软件、提供软件运行的硬件设施，用户只需拥有能够接入互联网的终端，即可随时随地使用软件。

2. 将平台作为服务

将平台作为服务对资源的抽象层次比将基础设施作为服务更进一步，它提供用户应用程序的运行环境。这是一种分布式平台服务，厂商提供开发环境、服务器平台、硬件资源等服务给客户，用户在其平台基础上定制开发自己的应用程序并通过其服务器和互联网传递给其他客户。将平台作为服务能够给企业或个人提供研发的中间平台，提供应用程序开发、数据库、应用服务器、试验、托管及应用服务。

3. 将软件作为服务

将软件作为服务的针对性比将平台作为服务更强，它将某些特定应用软件功能封装成服务。将软件作为服务优点是用户只需低成本硬件，按需租用相应计算能力和存储能力，大大降低了用户在硬件上的开销。

需要指出的是，随着云计算的发展与进步，不同云计算解决方案之间也会相互渗透融合，同一种产品往往横跨两种以上的类型。例如，Amazon Web Service 是以将基础设施作为服务发展的，但同时也提供了属于将平台作为服务和将软件作为服务的范畴的服务。

7.1.3 典型的云计算技术平台

1. Google 的云计算平台

Google 拥有全球最大的搜索引擎。除了搜索业务外，Google 还有 Google Maps、Gmail 等其他业务。这些应用的共性在于数据量巨大，且要面向全球用户提供实时服务，因此 Google 必须解决海量数据存储和快速处理问题。Google 研发出了简单而又高效的技术，让多达百万台的廉价计算机协同工作，共同完成这些任务，这些技术在诞生几年后才被命名为 Google 云计算技术。Google 云计算技术主要包括：Google 文件系统（GFS）、分布式计算编程模型 MapReduce、分布式锁服务 Chubby、分布式结构化数据表 Bigtable、分布式存储系统 Megastore、一级分布式监控系统 Dapper 等。其中，GFS 提供了海量数据的存储和访问功能，MapReduce 使得海量信息的并行处理变得简单，Chubby 保证了分布式环境下并发操作的同步问题，Bigtable 使得海量数据的管理和组织十分方便，构件在 Bigtable 之上的 Megastore 则实现了关系型数据库和 NoSQL 之间的巧妙融合，Dapper 能够全方位地监控整个 Google 云计算平台的运行状况。

2. Amazon 的云计算平台

Amazon 依靠电子商务逐步发展起来，凭借其在电子商务领域积累的大量基础性设施、先进的分布式计算技术和巨大的用户群体，Amazon 很早就进入了云计算领域，并在云计算、云存储等方面一直处于领先地位。

Amazon 的云计算（Amazon Web Services, AWS）是一组服务，它们允许通过程序访问 Amazon 的计算基础设施。Amazon 多年来一直在构建和调整这个健壮的计算平台，现在任何能够访问 Internet 的用户都可以使用它。Amazon 提供了几个 Web 服务，包括弹性计算云 EC2、简单存储服务 S3、简单数据库服务 Simple DB、简单队列服务 SQS、弹性 MapReduce 服务、内容推送服务 CloudFront、电子商务服务 DevPay 和 FPS 等。

通过在 Amazon 提供的可靠且经济有效的服务上构建功能，可以实现复杂的企业应用程序。这些 Web 服务本身驻留在环境之外的云中，具备极高的可用性。只需根据使用的资源付费，不需要提前付费。因为硬件由 Amazon 维护和服务，所以用户也不需要承担维护费用。

这个虚拟的基础设施大大降低了当今 Web 环境中的“贫富差异”。用户可以在几分钟内快速地获得一个基础设施，而这在真实的 IT 工作室中可能会花费几周时间。要点在于这个基础设施是弹性的，可以根据需求扩展和收缩。

公司不再需要承担高额的基础设施投资和维护成本，这为创新提供了更大的机会。现在，用户可以把注意力集中在业务思想上，而不需要为服务器操心，不需要担心磁盘空间不足等问题。根据 Amazon 的估计，企业把大约 70% 的时间花在构建和维护基础设施上，在推动企业发展的思想上实际上只花费 30% 的时间。Amazon 会处理与硬件和基础设施相关的繁琐工作，并确保其高可用性，用户只需关注如何把自己的思想变成现实即可。

7.1.4 国内云计算

在国际上，Google、Amazon 及微软是云计算行业的领导者，而在国内，阿里云的行业领

导地位已经基本确立，腾讯云虽然也有比较完整的产品线，但对外似乎并不急于发力，百度云的战略方更是都没有确定下来，电信运营商和其他较大的 IT 公司也同样心不在焉。

而各类创业公司则一派欣欣向荣。某种程度上，正是在阿里云不断地通过双十一、余额宝和 IOE 等大动作震撼业界、教育市场的东风下，中国云计算生态的确有了很大起色。越来越多的移动游戏、互联网、电商、金融、在线教育、企业软件服务规模性转向云计算。与之相对应的，从 2013 年 1 月开始，国内连续出现多起云计算领域投资案例，包括 IaaS 层面的七牛、又拍、QingCloud 等。

阿里云是阿里巴巴集团旗下的云计算品牌。它创立于 2009 年，在杭州、北京、硅谷等地设有研发中心和运营机构。

2010 年，阿里云对外开放其在云计算领域的技术服务能力。用户通过 aliyun.com，用互联网的方式即可远程获取海量计算、存储资源和大数据处理能力。截至 2014 年 6 月，阿里云服务的客户数超过 140 万，遍布互联网、移动 APP、音视频、游戏、电商等各个领域。根据 IDC 调研报告，阿里云是国内最大的公共云计算服务提供商。

基于新一代的云平台远程部署系统业务，已经成为互联网公司 and 开发者的首选。2013 年以来，对风险最为敏感的金融机构也纷纷开始上云。阿里云专门搭建了面向银行、保险公司、券商的金融云。随着云计算的安全性、稳定性不断地被实践证明，越来越多的政府机构、央企、大型民营企业纷纷开始使用云计算和大数据。

2014 年 12 月，12306 网站 75% 的余票查询系统迁移至阿里云计算平台，以分担春运流量洪峰带来的压力。

在安全性方面，阿里云也做了很多其特有的举动。由于中国的安全环境比欧洲国家和美国要复杂得多，因此阿里云做了很多在国外都没有过的安全措施。像银行这类对安全性、可靠性、稳定性要求非常高的客户，也在使用阿里云。

阿里云分布式文件系统会把每一个文件切成 64KB 的碎片，加密存储在服务器上，并进行 3 份复制，本机、交换机、跨交换机各一份，保证文件存储的安全。

为确保数据不被运维人员非法接触，阿里云采用堡垒机登录运维数据库，制定了严格的系统安全管理制度，从技术上和管理上两个角度保障了数据安全。

7.1.5 云计算的未来和发展方向

云计算作为一个流行词，与其他所有的流行词一样，将最终融入到所有的技术中，而把它当做概念的讨论将会越来越少。云计算在未来 10 年间将会渗透到几乎所有的行业领域，未来的企业运用云计算也将变得常态化，还有可能出现下面几种发展趋势。

在未来 10 年，云计算将成为所有业务解决方案组装的标准。我们将会利用不管是现存于企业内部的核心服务还是来自于公有云供应商的资源，来进行业务解决方案的组装与重组。这些解决方案都将是基于效用的，如原始存储、计算、安全、管理，或者其他（如市场预测服务等）更复杂的业务应用。

如今，云计算已经围绕在我们的周围，在 10 年，它基于同一套标准来发展，兼容性变得越来越好，无论采用的是哪一家供应商。此外，它们还应该能动态地发现和自愈，它们像自己拥有和维护的私人服务，或者来自于任何公有云供应商的公共云服务一样。

在未来，基于云的数据将包括更好地根据上下文环境来理解数据。今天的数据在很大程

度上处于孤立的系统中，难以访问，也难以收集用于商业智能。随着越来越多的数据迁移到云中，企业将能全盘了解如何利用这种信息，随时查询数据。事实上，目前我们已经在大数据前进的道路上了。

当然，有些数据是没有意义的，除非与外部情报进行综合整合以提取可用信息。公共服务将包括如关键经济指标、垂直行业的平均销售趋势等信息，或者其他能让自己的数据产生价值的框架。只需混搭自己的业务信息与数据，以实现潜在的强大分析。同样，这方面作用在今天也存在，但这个概念是目前大多数 IT 企业不能完全实现的。

也许，这些都只是对于云计算未来发展的猜测假想，可能在实际当中会有更好的结果，但可以确定的是，云技术将越来越多地嵌入到我们的生活中。许多其他基于云的衍生概念也会逐渐出现。总而言之，我们正在朝着更好、更强的技术和计算实践阔步前进。

7.2 人 工 智 能

人工智能是一门极富挑战性的科学，从事这项工作的人必须懂得计算机知识、心理学和哲学。人工智能是包含十分广泛的科学，它由不同的领域组成，如机器学习、计算机视觉等等。总之，人工智能研究的一个主要目标是使机器能够胜任一些通常需要人类智能才能完成的复杂工作。但不同的时代、不同的人对这种“复杂工作”的理解是不同的。在本节中，将简单介绍人工智能的概念、它的发展史及它对我们生活的影响和未来的发展方向，让读者对人工智能有一定的认识。

7.2.1 人工智能的概念

人类正向信息化的时代迈进，信息化是当前时代的主旋律。信息抽象结晶为知识，知识构成智能的基础。因此，信息化到知识化再到智能化，必将成为人类社会发展的趋势。人工智能已经并且广泛而深入地结合到科学技术的各门学科和社会的各个领域中，它的概念、方法和技术正在各行各业广泛渗透。然而，对于什么是人类智能（或者说智力），科学界至今还没有给出令人满意的定义。有人从生物学角度将它定义为“中枢神经系统的功能”，有人从心理学角度将它定义为“进行抽象思维的能力”，甚至有人把它定义为“获得能力的能力”，或者不求甚解地说它“就是智力测验所测量的那种东西”。这些都不能准确地说明人工智能的确切内涵。

人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。人工智能是计算机科学的一个分支，它企图了解智能的实质，并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器，该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。“人工智能”一词最初是在 1956 年 Dartmouth 学会上提出的。从此，研究者们发展了众多理论和原理，人工智能的概念也随之扩展。但不同的时代、不同的人对这种“复杂工作”的理解是不同的。例如，繁重的科学和工程计算本来是要人脑来承担的，现在计算机不但能完成这种计算，而且能够比人脑做得更快、更准确，因此当代人已不再把这种计算看做“需要人类智能才能完成的复杂任务”。可见复杂工作的定义是随着时代的发展和技术的进步而变化的，人工智能这门科学的具体目标也自然随着时代的变化而发展。它一方面不断获得新的进展，另一方面转向更有意义、更加困难的目标。目

前能够用来研究人工智能的主要物质手段以及能够实现人工智能技术的机器就是计算机，人工智能的发展历史是和计算机科学与技术的发展史联系在一起的。除了计算机科学以外，人工智能还涉及信息论、控制论、自动化、仿生学、生物学、心理学、数理逻辑、语言学、医学和哲学等多门学科。

7.2.2 人工智能简史

人工智能的传说可以追溯到古埃及，但随着 1941 年以来电子计算机的发展，技术已最终可以创造出机器智能。研究者们发展了人工智能众多的理论和原理，人工智能的概念也随之扩展，在它还不长的历史中，人工智能的发展比预想的要慢，但一直在前进，现在已经出现了许多 AI 程序，并且它们也影响到了其他技术的发展。

1. 计算机时代：为人工智能的可能实现提供了一种媒介

1941 年的一项发明使信息存储和处理的各个方面都发生了革命。这项同时在美国和德国出现的发明就是电子计算机。第一台计算机要占用几个大房间，程序员仅仅为运行一个程序就要设置成千条线路。1949 年改进后的能存储程序的计算机使得输入程序变得简单了一些，而且计算机理论的发展产生了计算机科学，并最终促使了人工智能的出现。计算机这个用电子方式处理数据的发明，为人工智能的可能实现提供了一种媒介。

2. AI 的开端

虽然计算机为 AI 提供了必要的技术基础，但直到 20 世纪 50 年代早期人们才注意到人类智能与机器之间的联系。Norbert Wiener 是最早研究反馈理论美国人之一。人们最熟悉的反馈控制的例子是自动调温器。它将收集到的房间温度与希望的温度比较，并做出反应，将加热器开大或关小，从而控制环境温度。这项对反馈回路的研究重要性在于：Wiener 从理论上指出，所有的智能活动都是反馈机制的结果。而反馈机制是有可能用机器模拟的。这项发现对早期 AI 的发展影响很大。

1955 年末，Newell 和 Simon 编写了一个名为“逻辑专家 (Logic Theorist)”的程序。这个程序被许多人认为是第一个 AI 程序。它将每个问题都表示成一个树形模型，然后选择最可能得到正确结论的那一枝来求解问题。“逻辑专家”对公众和 AI 研究领域产生的影响使它成为 AI 发展史中一个重要的里程碑。1956 年，John McCarthy 组织了一次学会，将许多对机器智能感兴趣的专家学者聚集在一起进行了一个月的讨论。他请他们到 Vermont 参加“Dartmouth 人工智能夏季研究会”。从那时起，这个领域被命名为“人工智能”。虽然 Dartmouth 学会不是非常成功，但它确实集中了 AI 的创立者们，并为以后的 AI 研究奠定了基础。

Dartmouth 会议后的 7 年中，AI 研究开始快速发展。虽然这个领域还没明确定义，会议中的一些思想已被重新考虑和使用了。Carnegie Mellon 大学和 MIT 开始组建 AI 研究中心。研究面临着新的挑战：需要建立能够更有效解决问题的系统，如在“逻辑专家”中减少搜索，还有建立可以自我学习的系统。

1957 年一个新程序，“通用解题机”(GPS) 的第一个版本进行了测试。这个程序是由制作“逻辑专家”的同一个组开发的。GPS 扩展了 Wiener 的反馈原理，可以解决很多常识问题。两年以后，IBM 成立了一个 AI 研究组。Herbert Gelerneter 花费了 3 年时间制作了一个解几何定理的程序。

当越来越多的程序涌现时，McCarthy 正忙于一个 AI 史上的突破。1958 年 McCarthy 宣布了他的新成果：LISP 语言。LISP 的意思是“表处理”，它很快就被大多数 AI 开发者采纳。

3. 大量的程序

以后几年出现了大量程序。其中一个著名的程序称为“SHRDLU”。“SHRDLU”是“微型世界”项目的一部分，包括在微型世界（如只有有限数量的几何形体）中的研究与编程。MIT 由 Marvin Minsky 领导的研究人员发现，面对小规模的对象，计算机程序可以解决空间和逻辑问题。其他如在 20 世纪 60 年代末出现的“STUDENT”可以解决代数问题，“SIR”可以理解简单的英语句子。这些程序的结果对处理语言理解和逻辑有所帮助。

20 世纪 70 年代另一个进展是专家系统。专家系统可以预测在一定条件下某种解的概率。由于当时计算机已有巨大容量，专家系统有可能从数据中得出规律。专家系统的市场应用很广，被用于股市预测，帮助医生诊断疾病，以及指示矿工确定矿藏位置等。这一切都因为专家系统存储规律和信息的能力而成为可能。

20 世纪 70 年代许多新方法被用于 AI 开发，如著名的 Minsky 的构造理论。另外，David Marr 提出了机器视觉方面的新理论，例如，如何通过一副图像的阴影、形状、颜色、边界和纹理等基本信息辨别图像。通过分析这些信息，可以推断出图像可能是什么。同时期的另一项成果是 PROLOGE 语言，于 1972 年提出。20 世纪 80 年代期间，AI 发展更为迅速，并更多地进入商业领域。1986 年，美国 AI 相关软硬件销售高达 4.25 亿美元。专家系统因其效用尤其有需求。像数字电气公司这样的公司用 XCON 专家系统为 VAX 大型机编程。杜邦、通用汽车公司和波音公司也大量依赖专家系统。为满足计算机专家的需要，一些生产专家系统辅助制作软件的公司，如 Intellicorp 成立了。为了查找和改正现有专家系统中的错误，又有其他专家系统被设计出来。

4. 从实验室到日常生活

人们开始感受到计算机和人工智能技术的影响。计算机技术不再只属于实验室中的一小群研究人员。PC 和众多技术杂志使计算机技术展现在人们面前，有了像美国人工智能协会这样的基金会。因为 AI 开发的需要，还出现了一阵研究人员进入私人公司的热潮。150 多所像 DEC 这样的公司共花费了 10 亿美元在内部的 AI 开发组上。

其他 AI 领域也在 20 世纪 80 年代进入市场。其中一项就是机器视觉。Minsky 和 Marr 的成果现在用到了生产线上的相机和计算机中，进行质量控制。尽管还很简陋，这些系统已经能够通过黑白分辨出物件形状的不同。到 1985 年美国有一百多个公司生产机器视觉系统，销售额共达 8 千万美元。

20 世纪 80 年代 AI 被引入了市场，并显示出实用价值。可以确信，它是通向 21 世纪之匙。人工智能技术接受检验，在“沙漠风暴”行动中军方的智能设备经受了战争的检验。人工智能技术被用于导弹系统和预警显示及其他先进武器。AI 技术也进入了家庭，智能计算机的增加吸引了公众兴趣；一些面向苹果机和 IBM 兼容机的应用软件（如语音和文字识别）已可买到；使用模糊逻辑，AI 技术简化了摄像设备。对人工智能相关技术更大的需求促使新的进步不断出现。人工智能已经并且将继续不可避免地改变我们的生活。

7.2.3 人工智能的应用领域

1. 在管理系统中的应用

人工智能应用于企业管理的意义主要不在于提高效率,而是用计算机实现人们非常需要做,但工业工程信息技术是靠人工却做不了或很难做到的事情。把人工智能应用于企业管理中,以数据管理和处理为中心,围绕企业的核心业务和主导流程建立若干个主题数据库,而所有的应用系统应该围绕主题数据库来建立和运行。换句话说,就是将企业各部门的数据进行统一集成管理,搭建人工智能的应用平台,使之成为企业管理与决策中的关键因子。

2. 在工程领域的应用

(1) 医学专家系统是人工智能和专家系统理论、技术在医学领域的重要应用,具有极大的科研和应用价值,它可以帮助医生解决复杂的医学问题,作为医生诊断、治疗的辅助工具。事实上,早在1982年,美国的Miller就发表了著名的作为内科医生咨询的Internist 2 I内科计算机辅助诊断系统的研究成果,由此掀起了医学智能系统开发与应用的高潮。目前,医学智能系统已通过其在医学影像方面的重要作用,应用于内科、骨科等多个医学领域中,并在不断发展完善中。

(2) 地质勘探、石油化工等领域是人工智能发挥主要作用的领域。1978年美国斯坦福国际研究所研发制成了矿藏勘探和评价专家系统“PROSPECTOR”,该系统用于勘探评价、区域资源估值和钻井井位选择等,是工业领域的首个人工智能专家系统,其发现了一个钼矿沉积,价值超过1亿美元。

3. 在技术研究中的应用

(1) 在超声无损检测(NDT)与无损评价(NDE)领域中,目前主要广泛采用专家系统方法对超声损伤(UT)中缺陷的性质、形状和大小进行判断和归类;专家运用超声无损检测仪器,以其高精度的运算、控制和逻辑判断力代替了大量人的体力与脑力劳动,减少了任务因素造成的误差,提高了检测的可靠性,实现了超声检测和评价的自动化、智能化。

(2) 人工智能在电子技术领域的应用由来已久。随着网络的迅速发展,网络安全技术的安全是我们关心的重点,因此我们必须在传统技术的基础上进行网络安全技术的改进和变更,大力发展数据挖掘技术、人工免疫技术等高效的AI技术,开发更高级的AI通用和专用语言、应用环境及开发专用机器,而人工智能技术则为我们提供了可能性。

7.2.4 人工智能的未来发展

虽然难以下定义,但人工智能的发展已经是当前信息化社会的迫切要求,同时研究人工智能也对探索人类自身智能的奥秘提供了有益的帮助。所以每一次人工智能技术的进步都将带动计算机科学的大跨步前进。如果将现有的计算机技术、人工智能技术及自然科学的某些相关领域结合,并有一定的理论实践依据,则计算机将拥有一个新的发展方向。

当前人工智能的发展方向可以分为两种:一种受控于人类的智能机器或智能程序,人类输入指令后让其达到预期的目的;另一种能自主推理、逻辑、判断、学习、进步的智能。而后者更有吸引力,增加了人工智能无穷的魅力。

人工智能是研究使计算机来模拟人的某些思维过程和智能行为（如学习、推理、思考、规划等）的学科，主要包括计算机实现智能的原理、制造类似于人脑智能的计算机，使计算机能实现更高层次的应用。人工智能涉及计算机科学、心理学、哲学和语言学等学科。可以说几乎是自然科学和社会科学的所有学科，其范围已远远超出了计算机科学的范畴，在不断的接近。它并不像很多人想象的那样是几个科学家的工作，而是随着社会各学科发展而默默发展的。在智能领域里，最关键的问题之一就是机器学习的问题。一旦机器有了学习的能力，谁还（能）预测未来呢？人类的社会发展其实也是在不断积累中发展而来的，人的智能就是事实依据库和推理机制构成的。当所有领域的定律都能用特定的公式推理出来。

研究人工智能的目的，一方面是要创造出具有智能的机器，另一方面是要弄清人类智能的本质，因此，人工智能既属于工程的范畴，又属于科学的范畴。通过研究和开发人工智能，可以辅助，部分替代甚至拓宽人类的智能，使计算机更好地造福人类。

目前，人工智能的研究是与具体领域相结合进行的。基本上有如下领域。

1. 专家系统

专家系统是依靠人类专家已有的知识建立起来的知识系统，目前专家系统是人工智能研究中开发较早、最活跃、成效最多的领域，广泛应用于医疗诊断、地质勘探、石油化工、军事、文化教育等各方面。它是在特定的领域内具有相应的知识和经验的程序系统，它应用人工智能技术、模拟人类专家解决问题时的思维过程，来求解领域内的各种问题，达到或接近专家的水平。

2. 机器学习

机器学习的研究，主要在以下 3 个方面进行：一是研究人类学习的机理、人脑思维的过程；二是机器学习的方法；三是建立针对具体任务的学习系统。

机器学习的研究是建立在信息科学、脑科学、神经心理学、逻辑学、模糊数学等多种学科基础上的，依赖于这些学科共同发展，目前已经取得很大的进展，但还没能完全解决问题。

3. 模式识别

模式识别研究如何使机器具有感知能力，主要研究视觉模式和听觉模式的识别。如识别物体、地形、图像、字体（如签字）等。在日常生活各方面以及军事上都有广大的用途。近年来迅速发展起来的应用模糊数学模式、人工神经网络模式的方法逐渐取代传统的用统计模式和结构模式的识别方法，特别是神经网络方法在模式识别中取得较大进展。

4. 人工神经网络

人工神经网络是在研究人脑的奥秘中得到启发的，试图用大量的处理单元（人工神经元、处理元器件、电子元器件等）模仿人脑神经系统工程结构和工作机理。

在人工神经网络中，信息的处理是由神经元之间的相互作用来实现的，知识与信息的存储表现为网络元器件互连间分布式的物理联系，网络的学习和识别取决于和神经元连接权值的动态演化过程。人工智能研究的近期目标是使现有的计算机不但能做一般的数值计算及非数值信息的数据处理，而且能运用知识处理问题，能模拟人类的部分智能行为。按照这一目标，根据现行的计算机的特点研究实现智能的有关理论、技术和方法，建立相应的智能系统。

例如,目前研究开发的专家系统、机器翻译系统、模式识别系统、机器学习系统、机器人等。随着社会的发展,技术的进步,人工智能的发展是任何人都无法想象的,专家预测,人工智能发展将在4个阶段中不断发展,进步。

1) 应用阶段(1980年至今)

在这一阶段里,人工智能技术在军事、工业和医学等领域中的应用显示出了它具有明显经济效益的潜力,适合人们投资。

2) 融合阶段(2010~2020年)

① 在某些城市,立法机关将主要采用人工智能专家系统来制定新的法律。

② 人们可以用语言来操纵和控制智能化计算机、互联网、收音机、电视机和移动电话,远程医疗和远程保健等远程服务变得更为完善。

③ 智能化计算机和互联网在教育中扮演了重要角色,远程教育十分普及。

④ 随着信息技术、生物技术和纳米技术的发展,人工智能科学逐渐完善。

⑤ 许多植入了芯片的人体组成了人体通信网络。例如,将微型超级计算机植入人脑,人们可通过植入的芯片直接进行通信。

⑥ 量子计算机和DNA计算机会有更大发展,能够提高智能化水平的新型材料会不断问世。

⑦ 抗病毒程序可以防止各种非自然因素引发灾难。

⑧ 随着人工智能的加速发展,新制定的法律不仅可以用来更好地保护人类健康,而且能大幅度地提高全社会的文明水准。例如,法律可以保护人们免受电磁烟雾的侵害,可以规范家用机器人的使用,可以更加有效地保护数据,可以禁止计算机合成技术在一些文化和艺术方面的应用(如禁止合成电视名人),可以禁止编写具有自我保护意识的计算机程序。

3) 自我发展阶段(2020~2030年)

① 智能化计算机和互联网既能自我修复,又能自行进行科学研究,还能自己生产产品。

② 一些新型材料的出现,促使智能化向更高层次发展。

③ 用可植入芯片实现人类、计算机和鲸目动物之间的直接通信,在以后的发展中甚至不用植入芯片也可实现此项功能。

④ 制定“机器人法”等新的法律来约束机器人的行为,使人们不受机器人的侵害。

⑤ 高水准的智能化技术可以使火星表面环境适合人类居住和发展。

4) 升华阶段(2030~2040年)

① 信息化的世界进一步发展成全息模式的世界。

② 人工智能系统可从环境中采集全息信息,身处某地的人们可以更容易地了解和知晓其他地方的情况。

③ 人们对一些目前无法解释的自然现象会有更清楚的认识和更完善的解释,并将这些全新的知识应用在医疗、保健和安全等领域。

④ 人工智能可以模仿人类的智能,因此会出现有关法律来规范这些行为。

小 结

随着经济的快速发展,不断有新的计算机技术出现,它们中的一些是在高技术领域中具有前瞻性、先导性和探索性的重大技术,是未来高技术更新换代和新兴产业发展的重要基础,

如云计算和人工智能。这些技术将在未来影响着我们的生活。本章对这两项技术做了一个简单的介绍，云计算是一种商业计算模型，它将计算任务分布在大量计算机构成的资源池上，使用户能够按需获取计算力、存储空间和信息服务。而人工智能是智能机器执行的通常与人类智能有关的智能行为，如判断、推理、证明、识别、感知、理解、通信、设计、思考、规划、学习和问题求解等思维活动。云计算和人工智能就目前来说已经围绕在我们周围，特别是云计算，在未来 10 年内将会渗透到几乎所有的行业领域中，未来的企业运用云计算也将变得常态化。通过对这两项技术的了解，可以让读者对它们有一个初步的认识。

思 考 题

1. 云计算是什么？
2. 云计算具有哪些特点？
3. 云计算按照服务可以分为哪些类型？
4. Google 云计算技术有哪些？
5. Amazon 云计算的服务有哪些？
6. 云计算的发展前景如何？
7. 人工智能是什么？
8. 人工智能的应用领域有哪些？
9. 人工智能的发展前景如何？

第 8 章 信息安全与信息道德

了解和掌握全面的信息安全与信息道德知识，使得读者在信息安全与信息道德方面有较宽的知识面和进一步发展的基本能力；加强信息安全与信息道德要求的基本修养，使读者具有信息安全防范与信息道德修养方面所需的基本素质，为学生今后的发展、创新打下良好的基础。

8.1 信息安全概述

8.1.1 信息安全的意义和重要性

1. 信息安全的意义

其根本目的就是使内部信息不受内部、外部、自然等因素的威胁。为保障信息安全，要求有信息源认证和访问控制，不能有非法软件驻留，不能有未经授权的操作等行为。

2. 信息安全的重要性

信息作为一种资源，它的普遍性、共享性、增值性、可处理性和多效用性，使其对于人类具有特别重要的意义。信息安全的实质就是要保护信息系统或信息网络中的信息资源免受各种类型的威胁、干扰和破坏，即保证信息的安全性。根据国际标准化组织的定义，信息安全性的含义主要是指信息的完整性、可用性、保密性和可靠性。信息安全是任何国家、政府、部门和行业都必须十分重视的问题，是一个不容忽视的国家安全战略。但是，对于不同的部门和行业来说，其对信息安全的要求和重点却是有区别的。

中国的改革开放带来了各方面信息量的急剧增加，并要求大容量、高效率地传输这些信息。为了适应这一形势，通信技术发生了前所未有的爆炸性发展。除有线通信外，短波、超短波、微波、卫星等无线电通信也正在越来越广泛地应用。与此同时，国外敌对势力为了窃取中国的政治、军事、经济、科学技术等方面的秘密信息，运用侦察台、侦察船、侦察机、卫星等手段，形成固定与移动、远距离与近距离、空中与地面相结合的立体侦察网，截取中国通信传输中的信息。

从文献中了解一个社会的内幕，早已是司空见惯的事情。在 20 世纪后 50 年中，从社会所属计算机中了解一个社会的内幕，正变得越来越容易。不管是机构还是个人，正把日益繁多的事情托付给计算机来完成，敏感信息正经过脆弱的通信线路在计算机系统之间传送，专用信息在计算机内存储或在计算机之间传送，电子银行业务使财务账目可通过通信线路查阅，执法部门可从计算机中了解罪犯的前科，医生们用计算机管理病历，最重要的问题是不能在对非法（非授权）获取（访问）不加防范的条件下传输信息。

传输信息的方式很多，有局域计算机网、互联网和分布式数据库，有蜂窝式无线、分组交换式无线、卫星电视会议、电子邮件及其他传输技术。信息在存储、处理和交换过程中，

都存在泄密或被截收、窃听、窜改和伪造的可能性。不难看出,单一的保密措施已很难保证通信和信息的安全,必须综合应用各种保密措施,即通过技术的、管理的、行政的手段,实现信源、信号、信息 3 个环节的保护,以达到秘密信息安全的目的。

8.1.2 信息安全的定义与内容

目前我国法律将信息安全定义为“保障计算机及其相关的、配套的设备 and 设施(网络)的安全,运行环境的安全,计算机功能的正常发挥,维护计算机信息系统的安全运行”。

其主要包括 5 方面的内容,即需保证信息的保密性、真实性、完整性、未授权复制和所寄生系统的安全性。信息安全本身包括的范围很大,其中包括如何防范商业企业机密泄露、防范青少年对不良信息的浏览、个人信息的泄露等。网络环境下的信息安全体系是保证信息安全的 key,包括计算机安全操作系统、各种安全协议、安全机制(数字签名、消息认证、数据加密等),直至安全系统,如 UniNAC、DLP 等,只要存在安全漏洞便可以威胁全局安全。信息安全也指信息系统(包括硬件、软件、数据、人、物理环境及其基础设施)受到保护,不受偶然的或者恶意的原因而遭到破坏、更改、泄露,系统连续可靠正常地运行,信息服务不中断,最终实现业务的连续性。

8.1.3 信息安全的发展

我国信息产业经历了 20 多年的发展历程,从曾经的全球过期信息产品的“抛售地”,到今天全球规模第二的信息产业大国,信息产业已经成为国民经济的基础性、支柱性、先导性和战略性新兴产业。作为信息产业的一个重要组成部分,信息安全经过 20 年的媒体灌输和真实的攻击案例,已将人们的信息安全意识提到一个前所未有的高度。回顾 20 年的网络信息安全技术发展历程,信息安全技术的发展给我们带来了众多启示,信息安全技术也已经渗透到生活的各个方面。信息安全业在中国信息化建设的进程中算是一个新兴产业,大体上,产业的发展轨迹分为了 3 个阶段。

2005 年之前的萌芽阶段,这个阶段的特点是国内各行业、各部门开始萌生信息安全的意识——从最初的“重视信息化建设”却“轻视安全体系的构建”,发展至“意识到安全的重要性”并且“希望在企业内部实现安全”,但又认为信息安全很神秘,不知从何入手。在此阶段,各行业的客户都在有意识地学习和积淀信息安全知识,与这一领域的权威企业广泛交流,了解其技术、理念、产品、服务。与此同时,一些企业、部门也出现了一些规模较小的、零星的信息安全建设,但并未实现规模化和系统化;这个时期政府对于信息安全在宏观政策上的体现是呼吁较多,而具体的推进事务则比较少,实际信息安全建设很少。

2005~2009 年的爆发阶段,这个阶段的特点是国内各行业、部门对于信息安全建设的需求由“自发”走向“自觉”。企业客户已基本了解了信息安全的建设内容与重要意义——很多行业部门开始对内部信息安全建设展开规划与部署,企业领导高度重视,投资力度不断加大。由此,信息安全成为了这一阶段企业 IT 建设的重中之重。在某种意义上,信息安全市场的需求爆发可说是多年来企业在安全方面的“欠债”造成的。

2010 年之后的普惠阶段,信息安全建设与企业整体信息化建设融二为一,信息安全作为一个话题可能会丧失其“热点效应”,但作为企业 IT 建设的关键环节之一,它是普惠的——就像空气一样无比重要、无所不在,却又不易为人察觉。

随着计算机及计算机网络的飞速发展,信息安全问题日益突出。目前,已经有了大量的安全技术和安全产品来保证计算机及其网络的安全,然而技术只是保护信息安全的一方面,而制定适当完备的网络安全策略是实现网络安全的有力措施。

8.1.4 信息安全学科研究的内容

信息安全是一门涉及计算机科学、网络技术、通信技术、密码技术、信息安全技术、应用数学、数论、信息论等多种学科的综合性学科。

从广义来说,凡是涉及网络上信息的保密性、完整性、可用性、真实性和可控性的相关技术和理论都是信息安全的研究领域。

8.1.5 信息安全法律法规发展及现状

信息安全法律法规作为国家法律体系的重要组成部分之一,在维护和保障信息安全中占有举足轻重的地位。信息安全法律法规是信息安全保障体系建设中的必要环节,它明确了信息安全的基本原则和基本制度、信息安全相关行为的规范、信息安全中各方权利和义务,以及违反信息安全的行爲,并明确对这些行为进行相应的处罚。信息安全立法能够保护国家信息主权和社会公共利益,规范信息活动,保护信息权利,协调和解决信息网络社会产生的矛盾,打击、惩治信息网络空间的违法犯罪行为,同时依托信息安全的司法和执法来实施法定程序和法律活动。

2014年2月,中国网络安全和信息化领导小组的成立标志着中国已经正视了网络安全的重要性,确定了要成为网络强国的决心。

几十年来,中国在信息化方面的成绩显著,但是在网络安全领域与发达国家还有很大的距离,很大的原因是因为中国在这方面的法律存在空白,互联网领域还处于无法可依、有法不依、执法不严甚至违法不究的状态。要实现网络大国到网络强国的突破,比起迅猛发展的网络技术,尽快地制定网络安全方面的法律法规才是网络管控的好办法。

国际正反两方面的经验表明,维护社会网络安全、保障公民信息安全,都离不开依法管控,信息技术发达国家均高度重视。美国历届政府都对网络安全管控不遗余力,一方面千方百计防止黑客对其网络系统的攻击,防止不符合美国利益的网络内容外泄;另一方面通过立法,为美国政府情报部门和执法机关获取利益攸关的网络信息提供法律依据。

1994年,美国通过了《法律执行通信协助法案》,以保证对电话、宽带互联网等的实时监视。2001年“911”恐怖袭击事件发生后,美国会制定《爱国者“微博”法案》和《国土安全法》,修改了1978年的《外国情报监视法案》,允许政府特定机构运用特定信息系统,监视特定范围内的信息流动及用户活动。荷兰也立法要求所有电信公司必须安装“网络警察”监控设备,以便有效追踪实施犯罪的互联网用户。

8.1.6 我国信息安全的评价标准

信息安全评价标准是指对国家安全、法人和其他组织及公民的专有信息,以及公开信息和存储、传输、处理这些信息的信息系统的评价标准,对信息系统中使用的信息安全产品实行按等级管理,对信息系统中发生的信息安全事件分等级响应、处置。

我国主要等同采用国际标准。公安部主持制定、国家质量技术监督局发布的中华人民共

和国家标准 GB 17895—1999《计算机信息系统安全保护等级划分准则》已正式颁布并实施。该准则将信息系统安全分为 5 个等级：自主保护级、系统审计保护级、安全标记保护级、结构化保护级和访问验证保护级。其主要的考核指标有身份认证、自主访问控制、数据完整性、审计等，这些指标涵盖了不同级别的安全要求。GB 18336 也等同采用了 ISO 15408 标准。

十大重要标准如下。

- (1) GB 17859—1999《计算机信息系统安全等级保护划分准则》(基础类标准)。
- (2) GB/T 25058—2010《信息系统安全等级保护实施指南》(基础类标准)。
- (3) GB/T 22240—2008《信息系统安全保护等级定级指南》(应用类定级标准)。
- (4) GB/T 22239—2008《信息系统安全等级保护基本要求》(应用类建设标准)。
- (5) GB/T 20271—2006《信息系统通用安全技术要求》(应用类建设标准)。
- (6) GB/T 25070—2010《信息系统等级保护安全设计技术要求》(应用类建设标准)。
- (7)《信息系统安全等级保护测评要求》(应用类测评标准)。
- (8)《信息系统安全等级保护测评过程指南》(应用类测评标准)。
- (9) GB/T 20269—2006《信息系统安全管理要求》(应用类管理标准)。
- (10) GB/T 20282—2006《信息系统安全工程管理要求》(应用类管理标准)。

其他相关标准如下如下。

- GB/T 21052—2007《信息安全技术 信息系统物理安全技术要求》。
- GB/T 20270—2006《信息安全技术 网络基础安全技术要求》。
- GB/T 20271—2006《信息安全技术 信息系统通用安全技术要求》。
- GB/T 20272—2006《信息安全技术 操作系统安全技术要求》。
- GB/T 20273—2006《信息安全技术 数据库管理系统安全技术要求》。
- GB/T 20984—2007《信息安全技术 信息安全风险评估规范》。
- GB/T 20285—2007《信息安全技术 信息安全事件管理指南》。
- GB/Z 20986—2007《信息安全技术 信息安全事件分类分级指南》。
- GB/T 20988—2007《信息安全技术 信息系统灾难恢复规范》。

8.2 网 络 安 全

8.2.1 网络安全问题产生的原因

1. 计算机病毒

计算机病毒在网络安全中的隐患主要指在网页中或者网络上传播的影音、文本等文件中植入能够窃取用户的虚拟信息或者破坏上网者计算机中的信息的一段恶意代码或程序。在没有防范措施的情况下，计算机病毒往往能够植入计算机中并进行复制和传播。它具有隐蔽性、传播性、破坏性和潜伏性等特征。

2. 黑客攻击

黑客攻击通常是指“网络窃取者”通过虚拟网络对特定用户进行信息窃取或者破坏。它

大致分为以下两种方式：一种是主动攻击，依靠各种手段对指定信息的有效性和完整性进行破坏，使之失效；另一种是被动攻击，指在通过相关技术人员的各种方式，对指定的信息或者文件进行破解或者窃取。一般来说，这两种攻击都严重违反了网络使用规则，并且会带来一定的危害。

3. 自然危害

计算机网络是由电缆、服务器、机械前端等相关的机械设备组成的，很容易受到不可预见的自然灾害的影响。到现在为止，我国不少计算机机房没有相关的防护措施，面对突发的火灾、水灾、雷电、地震等很容易受到损害，抵御能力和自我保护能力较差。在日常工作中，还会因为断电等突发状况造成计算机中的数据流失或损害。这些意外往往会直接或间接地影响计算机的网络安全，对信息的完整性造成影响。

4. 缺乏从事网络安全的技术人员

近年来，我国的信息化水平不断发展，从事该行业的技术人员也日渐增多，在世界上几乎处于领跑的位置。但是，由于我国的很多技术都借鉴国外的技术，自我开发能力起步较晚，所以从事高层次的网络信息完全人才有着巨大缺口。而且，目前的互联网的使用越来越普遍，在农村也家家户户有网络，由于老一辈没有受过相关的信息网络教育，造成了他们毫无网络安全意识，容易被网络上各种虚拟诈骗等窃取信息或者上当受骗。而对其根本的解决之法就是提高计算机网络的安全性，需要大量的从事网络安全的人员对网络进行有效“净化”。但是，我国的实际情况是，网络安全人才无论在数量上还是在质量上都有严重缺陷，无法满足新形势下的网络安全需要。

8.2.2 网络安全目标

通过采用各种安全技术手段和管理措施，使网络系统正常运行，从而确保网络数据的保密、完整、可靠、可控和真实，以达到经过网络传输、交换和存储的数据不发生篡改、丢失和泄露。

8.2.3 网络安全策略

在网络安全工程体系中，网络安全策略是指在一个组织内指导如何对包括第三方信息在内的资产进行管理、保护和分配的规则和指示。确定并实施网络安全策略是组织的一项重要使命，也是组织进行有效网络安全管理的基础和依据。由于网络安全策略是信息系统安全保障的核心和起点，因此在构建安全的信息系统之前，制定明确和合理的网络安全策略成为关键。网络安全具有相对的概念，网络安全策略制定工作的主要任务是收集目标系统的最小安全需求，对其进行形式化处理，整理成一套安全策略的基本原则。在安全策略制定过程中必须考虑可行性和成本效益，也就是说，除了要考虑安全策略的可操作性，还要明确由这些安全策略带来的附加开销能够得到管理层的理解和支持，以便加强、维护网络的安全。

目前，缺乏良好的网络安全策略和指导文件是大多数用户面临的主要网络安全脆弱性之一。在建设信息系统之初，系统安全人员的大部分时间将花费在根据目标系统的业务需求进行风险分析与风险评估的工作上。通常，这些工作可以分成4个步骤：首先，识别目标计算

机和网络面临的所有威胁；其次，确定这些威胁的各类和危害程度；再次，根据目标系统的业务需求实行风险评估；最后，推荐行为措施，制定网络安全措施的安全指导手册。

1. 威胁分析和风险分析

可靠的风险评估的第一步是对风险进行正确识别。对于信息资产来说，各种不同的对象存在不同的情况，有些资产可能具有较多脆弱性，有些资产可能受到诸多威胁，有些资产可能目前尚未受到威胁，但是对于风险评估来说属于高重要性对象等。由此可见，如何正确对信息资产进行分类，划分不同的等级，正确识别出风险评估的对象是进行风险评估乃至风险管理的一个非常关键的前提条件。造成信息资产的风险的主要因素有 3 个：脆弱性、威胁和资产的危险程度（即重要性）。

2. 制定安全策略

网络安全策略是为发布、管理和保护敏感的信息资源而制定的一组法律、法规和措施的总和，是对信息资源使用、管理规则的正式描述，是所有用户都必须遵守的规则。根据对信息系统风险分析的结果，结合网络安全目标和安全需求，提出系统的网络安全策略，作为网络安全体系进一步设计的依据和指导。

我们为目标信息系统制定一个完备且合适的网络安全策略。根据威胁和风险分析得到目标系统的安全级别，在充分考虑成本效益的前提下，要根据安全级别为目标信息系统定义一个完备且合适的网络安全策略，该策略应根据自身风险和承受能力来包含尽可能多的方面，组织的网络安全策略的主要内容如下。

- (1) 组织拥有并且需要保护的信息资产。
- (2) 组织实施信息安全的组织架构、角色定义和人员责任。
- (3) 组织对内部和外部用户正确使用资源的期望方式。
- (4) 组织对信息资产的防护方针。
- (5) 组织针对网络安全事件的响应机制。

3. 制订详细计划实施安全策略

由于网络安全策略与组织的安全级别，以及业务需求是密不可分的，因此，安全策略的制定过程也应贯穿于网络策略的整个执行过程。也就是说，要通过实践来不断调整与完善网络安全策略体系和内容，网络安全策略的实施过程是一项较为长期的、反复的过程。可见，任何组织一旦建立起网络安全策略，就必须创建一个详细的实施计划，逐步、分段地增加和改进网络安全基础设施，以便完备地实施该策略。详细的实施计划有助于有效地管理开支计划和控制执行的时间。

网络安全策略实施的整个过程将涉及所有用户（包括高级管理层、业务部门、IT 部门、用户代表等），其中，获得高层管理的支持与认可是网络安全策略得以顺利落实的关键。

网络安全策略实施计划至少应该包含以下步骤。

- (1) 进行现场勘查，了解信息系统的网络环境现状。
- (2) 与相关人员进行访谈，深入了解组织的网络安全需求。
- (3) 通过文档审查，了解组织当前的策略制定及部署情况。
- (4) 通过相关人员讨论，或者召开会议等形式来完善每项网络安全策略。

- (5) 开始实行网络安全策略时,既可在整个组织范围内也可在特定的部门内进行,其中包括购买必需的软硬件设备、雇用必需的员工及安装和测试软硬件设备等。
- (6) 收集、分析反馈意见,修订和调整网络安全策略。
- (7) 由管理层批复,发布正式的《网络安全策略实施指南》。
- (8) 对所有用户进行培训。
- (9) 长期执行并维护网络安全策略。

8.2.4 网络安全关键技术

1. 虚拟网技术

虚拟网技术主要基于近年发展的局域网交换技术(ATM 和以太网交换)。交换技术将传统的基于广播的局域网技术发展为面向连接的技术。因此,网管系统有能力限制局域网通信的范围,而无需通过开销很大的路由器。同时,网络层通信可以跨越路由器,因此攻击可以从远方发起。IP 协议簇各厂家实现的不完善,因此,在网络层发现的安全漏洞相对更多,如 IP sweep、teardrop、sync-flood、IP spoofing 攻击等。

2. 防火墙技术

网络防火墙是一种用来加强网络之间访问控制,防止外部网络用户以非法手段通过外部网络进入内部网络,访问内部网络资源,保护内部网络操作环境的特殊网络互连设备。它对两个或多个网络之间传输的数据包(如链接方式)按照一定的安全策略来实施检查,以决定网络之间的通信是否被允许,并监视网络运行状态。

防火墙产品主要有堡垒主机、包过滤路由器、应用层网关(代理服务器)、电路层网关、屏蔽主机防火墙、双宿主机等。

防火墙处于 5 层网络安全体系中的最底层,属于网络层安全技术范畴。在这一层上,企业对安全系统提出的问题是,所有的 IP 是否都能访问到企业的内部网络系统。如果答案是“是”,则说明企业内部网还没有在网络层采取相应的防范措施控制对系统的访问。

集中的安全管理,使用防火墙可以阻止攻击者获取攻击网络系统的有用信息,如 Finger 和 DNS。防火墙可以记录和统计通过防火墙的网络通信,提供关于网络使用的统计数据,同时,防火墙还可以提供统计数据来判断可能的攻击和探测。

选择防火墙的要点如下。

- (1) 安全性:是否通过了严格的入侵测试。
- (2) 抗攻击能力:对典型攻击的防御能力。
- (3) 性能:是否能够提供足够的网络吞吐能力。
- (4) 自我完备能力:自身的安全性。
- (5) 可管理能力:是否支持 SNMP 网管。
- (6) VPN 支持。
- (7) 认证和加密特性。
- (8) 服务的类型和原理。
- (9) 网络地址转换能力。

3. 病毒防护技术

病毒历来是信息系统安全的主要问题之一。由于网络的广泛互连，病毒的传播途径和速度大大加快。

病毒防护的主要技术如下。

(1) 阻止病毒的传播。在防火墙、代理服务器、SMTP 服务器、网络服务器、群件服务器上安装病毒过滤软件。在 PC 桌面上安装病毒监控软件。

(2) 检查和清除病毒。使用防病毒软件检查和清除病毒。

(3) 病毒数据库的升级。病毒数据库应不断更新，并下发到桌面系统。

(4) 在防火墙、代理服务器及 PC 上安装 Java 及 ActiveX 控制扫描软件，禁止未经许可的控件下载和安装。

4. 入侵检测技术

利用防火墙技术，经过仔细的配置，通常能够在内外网之间提供安全的网络保护，降低网络安全风险。但是，仅仅使用防火墙，网络安全保障是远远不够的。这是因为：入侵者可寻找防火墙背后可能敞开的后门；入侵者可能在防火墙内；由于性能的限制，防火墙通常不能提供实时的入侵检测能力。

入侵检测技术是近年出现的新型网络安全技术，目的是提供实时的入侵检测及采取相应的防护手段，如记录证据用于跟踪和恢复、断开网络连接等。

实时入侵检测能力之所以重要，是因为：它能够对付来自内部网络的攻击；它能够缩短黑客入侵的时间。

基于主机的安全监控系统具备如下特点。

(1) 精确，可以精确地判断入侵事件。

(2) 高级，可以判断应用层的入侵事件。

(3) 对入侵时间立即进行反应。

(4) 针对不同的操作系统。

(5) 占用主机的宝贵资源。

选择入侵监视系统的要点如下。

(1) 协议分析及检测能力。

(2) 解码效率（速度）。

(3) 自身安全的完备性。

(4) 精确度及完整度，防欺骗能力。

(5) 模式更新速度。

5. 安全扫描技术

网络安全技术中，另一类重要技术为安全扫描技术。安全扫描技术与防火墙、安全监控系统互相配合能够提供高安全性的网络。

基于网络的安全扫描主要扫描设定网络内的服务器、路由器、网桥、交换机、访问服务器、防火墙等设备的安全漏洞，并可设定模拟攻击，以测试系统的防御能力。通常该类扫描器限制使用范围（IP 地址或路由器跳数）。网络安全扫描的主要性能应该考虑以下方面。

- (1) 速度，在网络内进行安全扫描非常耗时。
- (2) 网络拓扑，通过 GUI 的图形界面，可选择某些区域的设备。
- (3) 能够发现的漏洞数量。
- (4) 是否支持可定制的攻击方法，通常提供强大的工具构造特定的攻击方法。因为网络内服务器及其他设备对相同协议的实现存在差别，所以预制的扫描方法肯定不能满足客户的需求。
- (5) 报告，扫描器应该能够给出清楚的安全漏洞报告。
- (6) 更新周期，提供该项产品的厂商应尽快给出新发现的安生漏洞扫描特性升级，并给出相应的改进建议。

6. 认证和数字签名技术

认证技术主要解决网络通信过程中通信双方的身份认可，数字签名不仅可以作为身份认证技术中的一种具体技术，还可用于通信过程中的不可抵赖要求的实现。

认证技术将应用到企业网络中的以下方面。

- (1) 路由器认证：路由器和交换机之间的认证。
- (2) 操作系统认证：操作系统对用户的认证。
- (3) 网管系统对网管设备之间的认证。
- (4) VPN 网关设备之间的认证。
- (5) 拨号访问服务器与客户间的认证。
- (6) 应用服务器（如 Web Server）与客户的认证。
- (7) 电子邮件通信双方的认证。

7. VPN 技术

企业总部和各分支机构之间采用 Internet 进行连接，由于 Internet 是公用网络，因此，必须保证其安全性。我们将利用公共网络实现的私用网络称为虚拟私用网（VPN）。

因为 VPN 利用了公共网络，所以其最大的弱点在于缺乏足够的安全性。企业网络接入到 Internet，暴露出如下两个主要危险。

- (1) 来自 Internet 的未经授权的对企业内部网络的存取。
- (2) 当企业通过 Internet 进行通信时，信息可能受到窃听和非法修改。

完整的集成化企业范围的 VPN 安全解决方案，提供在 Internet 上安全的双向通信，以及透明的加密方案以保证数据的完整性和保密性。企业网络的全面安全要求保证：保密-通信过程不被窃听。

8.3 网络道德与信息安全法律和法规

8.3.1 网络道德

随着网络在人们生活中的普及，诞生了一批“新新人类”，他们在网上进行交流、贸易，甚至生存，但是一些社会问题也随着这一新事物的发展日益暴露出来，如网上谩骂、传播谣言、

刺探隐私、盗取信息、制造传播有害内容、制造传播恶意程序、剽窃、盗版、诈骗等一系列不道德行为，要解决这些行为，可以使用法律来约束人们的行为，但法律有明显的滞后性。

1. 道德及相关概念

道德是社会意识的总和，是在一定条件下调整人与人之间以及人与社会之间关系的行为规范的总和，它通过各种形式的教育及社会力量，使人们逐渐形成一个良好的信念和习惯。

职业道德是从事一定职业的人在其特定的工作或劳动中的行为规范的总和，它是一般社会道德或阶级道德在职业生活中的特殊要求，带有具体职业或行业的特征。

职业道德规范是在一种职业出现以后较晚才明确的，它是一种基本的需要，表明其对社会服务的道德义务。计算机职业道德规范是用来约束计算机从业人员的言行，指导其思想的一整套道德规范。

增强计算机职业道德规范是法律行为规范的补充，是非增强性的自律要求，其目的在于使计算机事业得以健康发展，保障计算机信息系统的安全，预防及尽可能避免计算机犯罪，从而降低计算机犯罪给人类社会带来的破坏和损失。

2. 可借鉴的规范

目前，国外一些计算机和网络组织制定了一系列相应的规则，在这些规则中，比较著名的是美国计算机伦理协会为计算机伦理学制定的 10 条戒律，具体内容如下。

- (1) 不应该用计算机去伤害他人。
- (2) 不应该去影响他人的计算机工作。
- (3) 不应该到他人的计算机文件中窥探。
- (4) 不应该用计算机去偷盗。
- (5) 不应该用计算机做假证。
- (6) 不应该复制没有购买的软件。
- (7) 不应该使用他人的计算机资源，除非得到了准许或者做出了补偿。
- (8) 不应该剽窃他人的精神产品。
- (9) 应该注意正在写入的程序和正在设计的系统的社会效应。
- (10) 应该始终注意，使用计算机时是在进一步加强对人类同胞的理解和尊敬。

国外有些机构还明确规定了被禁止的网络违规行为，如加利福尼亚大学网络伦理协会指出了 6 种网络不道德行为类型。

- (1) 有意地造成网络交通混乱或擅自闯入网络及其相连的系统。
- (2) 商业性或欺骗性地利用大学计算机资源。
- (3) 偷窃资料、设备或智力成果。
- (4) 未经许可而接近他人的文件。
- (5) 在公共用户场合做出引起混乱或造成破坏的行动。
- (6) 伪造电子邮件信息。

3. 网络道德的特点

(1) 自主性，即与现实社会的道德相比，网络社会的伦理道德呈现出更少强制性和依赖性、更多自主性和自觉性的特点与趋势。

(2) 开放性, 即与开放性、超时空性的网络相联系, 人们的网络道德意识、观念和行为也是超时空的、“公共性”的。

(3) 多元性, 即与传统社会的道德相比, 网络社会的道德呈现出一种多元化、多层次化的特点与发展趋势。

8.3.2 计算机犯罪

1. 计算机犯罪的定义

所谓计算机犯罪是指利用各种计算机程序及其装置进行犯罪或者将计算机信息作为直接侵害目标的总称。

计算机犯罪具有两个显著的特征: 计算机犯罪是利用计算机进行的犯罪; 计算机犯罪是危害计算机信息的犯罪, 那种仅仅以计算机作为侵害对象的犯罪, 并不是纯粹的计算机犯罪。

2. 计算机犯罪的基本类型

利用现代信息和电子通信技术从事计算机犯罪的活动涉政治、军事、经济、科技文化社会等各个方面, 最为常见的有以下几个表现。

- (1) 非法截取信息、窃取各种情报。
- (2) 复制与传播计算机病毒、黄色影像制品和其他非法活动。
- (3) 借助计算机技术伪造篡改信息、进行诈骗及其他非法活动。
- (4) 借助于现代通信技术进行内外勾结、遥控走私、贩毒、恐怖及其他非法活动。

3. 计算机犯罪的主要特点

与传统犯罪相比, 计算机犯罪有以下几个特点。

- (1) 犯罪行为人的社会形象有一定的欺骗性。
- (2) 犯罪行为隐蔽而且风险小, 便于实施, 难以发现。
- (3) 社会危害性巨大。
- (4) 监控管理和惩治等法律手段滞后。

8.3.3 网络信息安全法律与法规

(1) 我国网络安全立法体系框架分为如下4个层面。

- ① 法律。
- ② 行政法规。
- ③ 地方性法规、规章。
- ④ 规范性文件。

(2) 我国与网络安全相关的法律如下。

《中华人民共和国宪法》、《中华人民共和国人民警察法》、《中华人民共和国刑法》、《中华人民共和国治安管理处罚条例》、《中华人民共和国刑事诉讼法》、《中华人民共和国国家安全法》、《中华人民共和国保守国家秘密法》、《中华人民共和国行政处罚法》、《中华人民共和国行政诉讼法》、《中华人民共和国行政复议法》、《中华人民共和国国家赔偿法》、《中华人民共和国立法法》、《中华人民共和国电子签名法》、《全国人大常委会关于维护互联网安全的决定》等。

(3)《中华人民共和国人民警察法》中与计算机信息相关的规定如下。

第六条第十二款明确规定,公安机关的人民警察有依法“履行监督管理计算机信息系统的

的安全保护工作”的职责。

(4)《全国人大常委会关于维护互联网安全的决定》中与计算机信息相关的规定如下。

这是我国第一部关于互联网安全的法律。该法分别从 4 个方面,明确规定了对构成犯罪的行为,依照刑法有关规定追究刑事责任。

① 保障互联网的运行安全。

② 维护国家安全和社会稳定。

③ 维护社会主义市场经济秩序和社会管理秩序。

④ 保护个人、法人和其他组织的人身、财产等合法权利等。

(5)《中华人民共和国刑法》中的相关规定如下。

1997 年《中华人民共和国刑法》修改后,除了分则规定的大多数犯罪罪种(包括危害国家安全罪、危害公共安全罪、破坏社会主义市场经济秩序罪,侵犯公民人身权利、民主权利罪、侵犯财产罪,妨害社会管理秩序罪)适用于利用计算机网络实施的犯罪以外,还专门在第 285 条和第 286 条中分别规定了非法入侵计算机信息系统罪和破坏计算机信息系统罪。

(6)与网络安全有关的行政法规主要如下。

国务院令 147 号:《中华人民共和国计算机信息系统安全保护条例》。

国务院令 195 号:《中华人民共和国计算机信息网络国际联网管理暂行规定》。

公安部令 33 号:《计算机信息网络国际联网安全保护管理办法》。

国务院令 273 号:《商用密码管理条例》。

国务院令 291 号:《中华人民共和国电信条例》。

国务院令 292 号:《互联网信息服务管理办法》。

国务院令 339 号:《计算机软件保护条例》等。

(7)与网络安全有关的规章及规范性文件如下。

① 公安部:《计算机信息系统安全专用产品检测和销售许可证管理办法》、《计算机病毒防治管理办法》、《金融机构计算机信息系统安全保护工作暂行规定》、《关于开展计算机安全员 ze 培训 ze 工作的通知》等。

② 工业和信息化部:《互联网电子公告服务管理规定》、《软件产品管理办法》、《计算机信息系统集成资质管理办法》、《国际通信出入口局管理办法》、《国际通信设施建设管理规定》、《中国互联网络域名管理办法》、《电信网间互联管理暂行规定》。

③ 国务院新闻办:《互联网站从事登载新闻业务管理暂行规定》。

④ 教育部:《中国教育和科研计算机网暂行管理办法》、《教育网站和网校暂行管理办法》。

⑤ 新闻出版署:《电子出版物管理规定》。

⑥ 国家保密局:《计算机信息系统保密管理暂行规定》、《计算机信息系统国际联网保密管理规定》、《涉及国家秘密的通信、办公自动化和计算机信息系统审批暂行办法》、《涉密计算机信息系统建设资质审查和管理暂行办法》、《关于加强政府上网信息保密管理的通知》。

⑦ 中国证监会:《网上证券委托暂行管理办法》。

⑧ 国家广播电影电视总局:《关于加强通过信息网络向公众传播广播电影电视类节目管理的通告》。

⑨ 国家药品监督管理局：《互联网药品信息服务管理暂行规定》。

⑩ 原电子部、邮电部：《中国金桥信息网公众多媒体信息服务管理办法》、《计算机信息网络国际联网出入口信道管理办法》、《中国公用计算机互联网络国际联网管理办法》、《中国公众多媒体通信管理办法》、《专用网与公用网联通的暂行规定》。

⑪ 地方规章和规范性文件，具体如下。

《广东省计算机信息系统安全保护管理规定》，2003 年 3 月 31 日广东省人民政府第十届 4 次常务会议通过，2003 年 6 月 1 日起实施。

《广东省计算机信息系统安全保护管理规定实施细则》，2003 年 7 月 1 日起实施。

《四川省计算机信息系统安全保护管理办法》，1996 年 3 月 28 日四川省人民政府令第 79 号发布，自 1996 年 5 月 1 施行。

《广东省计算机信息系统安全保护管理规定》具体要求如下。

县以上公安机关主管本行政区域内的计算机信息系统安全保护工作。

公安机关、国家安全机关，在紧急情况下，可采取 24 小时内暂时停机、暂停联网、备份数据等措施。

地级以上市公安机关应有专门机构负责计算机信息系统发生的案件和重大安全事故报警的接受和处理。

地级以上公安机关应为计算机信息系统使用单位和个人提供安全指导，并向社会公布举报电话和电子邮箱。

8.3.4 网络信息安全涉法案例

1. 澳大利亚马卢奇污水处理厂非法入侵事件

2000 年 3 月，澳大利亚昆士兰新建的马卢奇污水处理厂管理员出现故障，无线连接信号丢失，污水泵工作异常，报警器没有报警。管理员本以为是新系统的磨合问题，后来发现是该厂前工程师 Vitek Boden 因不满工作续约被拒而蓄意报复所为。

这位前工程师通过一台 PC 和一个无线发射器控制了 150 个污水泵站；前后 3 个多月，总计有 100 万公升的污水未经处理直接经雨水渠排入自然水系，导致当地环境受到严重破坏。

2. 美国 Davis-Besse 核电站受到 Slammer 蠕虫攻击事件

2003 年 1 月，美国俄亥俄州 Davis-Besse 核电站和其他电力设备受到 SQL Slammer 蠕虫病毒攻击，网络数据传输量剧增，导致该核电站计算机处理速度变缓、安全参数显示系统和过程控制计算机连续数小时无法工作。

经调查发现，一供应商为给服务器提供了应用软件，在该核电站网络防火墙后端建立了一个无防护的 T1 链接，病毒就是通过这个链接进入核电站网络的。这种病毒主要利用 SQL Server 2000 中的 1434 端口的缓冲区溢出漏洞进行攻击，并驻留在内存中，不断散播自身，使得网络拥堵，造成 SQL Server 无法正常工作或死机。实际上，微软公司早就发布了针对 SQL Server 2000 漏洞的补丁程序，但该核电站并没有及时进行更新，结果被 Slammer 病毒攻击。

3. 美国 Browns Ferry 核电站受到网络攻击事件

2006 年 8 月，美国阿拉巴马州的 Browns Ferry 核电站 3 号机组受到网络攻击，反应堆再循环泵和冷凝除矿控制器工作失灵，导致 3 号机组被迫关闭。

因为调节再循环泵电动机速度的变频器（VFD）和用于冷凝除矿的可编程逻辑控制器（PLC）中都内嵌了微处理器。通过微处理器，VFD 和 PLC 可以在以太局域网中接收广播式数据通信。但是，由于当天核电站局域网中出现了信息洪流，VFD 和 PLC 无法及时处理，致使设备瘫痪。

小 结

通过对本章内容的学习，使读者具有较强的信息安全意识和信息道德修养，具有应用已掌握的基本知识来防范信息危险的能力，不断增强信息安全意识和信息道德修养，逐步使互联网得到“净化”，使互联网能够“和谐”发展，利于人类社会的“健康进步”。

思 考 题

1. 什么是信息安全？它包含哪些方面的内容？
2. 阐述信息安全的重要意义。
3. 针对信息安全采用的技术手段有哪些？
4. 谈谈你对网络信息安全的看法，以及该如何来维护网络信息安全。

主要参考文献

1. 贾宗福, 齐景嘉, 周屹等. 新编大学计算机基础教程. 第3版. 北京: 中国铁道出版社. 2014.
2. 柴欣, 史巧硕. 大学计算机基础教程. 第6版. 北京: 中国铁道出版社. 2014.
3. 李勇帆. 大学计算机基础教程. 第2版. 北京: 中国铁道出版社. 2013.
4. 唐会伏, 饶彬, 丁玲. 大学计算机基础. 北京: 人民邮电出版社. 2012.
5. 谢希仁. 计算机网络. 第六版. 北京: 电子工业出版社. 2013.
6. 陈红松. 网络安全与管理. 北京: 清华大学出版社. 2009.
7. 刘鹏. 云计算. 第2版. 北京: 电子工业出版社. 2011.
8. 王晓东. 计算算法设计与分析. 第4版. 北京: 电子工业出版社. 2012.
9. 夏耘, 黄小瑜. 计算机思维基础. 北京: 电子工业出版社. 2013.
10. 陈国良. 计算思维导论. 北京: 高等教育出版社. 2012.
11. 段善荣, 厉阳春, 钱涛等. C 语言程序设计项目教程. 北京: 人民邮电出版社. 2013.
12. 袁方. 计算机导论. 第3版. 北京: 清华大学出版社. 2014.
13. 刘艺, 蔡敏, 李炳伟. 计算机科学概论. 北京: 人民邮电出版社. 2008.